TÜBİTAK

58 yaşında

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ağustos 2025 Yıl 58 Sayı 693 - 39 TL

Geleceğin Uzay İstasyonları

Uzayda bilimsel araştırmaların devamı için uzay ajansları ve ticari şirketlerin iş birliği...

Kara Delik Bombası

Kara Yosunları

Rubin Gözlemevi

Denizlerdeki Gizli Tehlike: Çeken Akıntı

POSTER EKİ
Hubble ve James Webb Görüntüleri

ISSN 1300-3380

Bilim ve Teknik Ağustos 2025 Yıl 58 Sayı 693 GELECEĞİN UZAY İSTASYONLARI

“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır.”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 58 Sayı 693
Ağustos 2025

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Orhan Aydın

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Editör
Dr. Tuba Sarıgül

Yayın Danışma Kurulu
Ömer Kökçam
Fatma Başar
Kübra Bal Çetinkaya
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Dr. Berat Z. Haznedaroğlu
Dr. Yeşim İmamoğlu
Prof. Dr. Raif Kandemir

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Mesut Erol
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş Avcı

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırcı

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Web-Mobil Uygulama-Sosyal Medya
Dr. Tuba Sarıgül
Rıza Berkay Ayçelebi
İlkim Eda Tonuç
Ebru Yavuz

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
Pınar Kaya

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı
Dergiler Müdürlüğü
Bilim ve Teknik Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

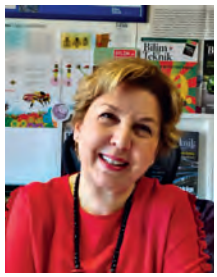
Baskı Tarihi 21.07.2025

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 39 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



Uluslararası Uzay İstasyonu’nun 2030 yılında görevinin sonlandırılması planlanırken Dünya’nın yörüngesinde bilimsel araştırmaların devam etmesi için uzay ajanslarının ticari şirketlerle iş birliğini içeren uluslararası projeler hayata geçiriliyor. Peki neden bir uzay istasyonuna ve bu istasyona bağlı modüllerdeki araştırma laboratuvarlarına ihtiyacımız var? Geleceğin ticari uzay istasyonlarının tasarımında ve kurulumunda hangi aşamaya gelindi? Türkiye’nin gelecekteki deney modülü hangi ticari uzay istasyonunda yer alacak? Tüm bu soruların cevabını ve konu ile ilgili önemli gelişmeleri Tuba Sarıgül bu ayki yazısında detaylıca açıklıyor.

Bu ayki posterimizde Hubble ve James Webb uzay teleskoplarının elde ettikleri önemli bilgileri içeren çok özel bir seçkiye yer vererek eşsiz görüntüler eşliğinde sizleri evrende güzel bir yolculuğa çıkartıyoruz. Ayrıca, yıllardır gökyüzü meraklılarını bir araya getiren TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği’ni bu yıl da kaçırmamanızı öneriyoruz.

Mahir Ocak bu ayki yazısında kara delik bombalarının enerji kaynağı olan süperışıma mekanizmasının laboratuvar ortamında nasıl gerçekleştirildiğini anlatıyor. Diğer yazılarında ise Güneş’in kutuplarının ilk görüntülerine ve laboratuvar dışına çıkan antimadde konusuna yer veriyor. Hayriye Yetiş Avcı, doğanın görünmeyen mimarları sayılan kara yosunlarının ekosistemdeki önemini ele alıyor. Özlem Ak, kedilerimizin bizi neden kokladığının altında yatan bilimsel gerçeği özetliyor. Alp Akoğlu, günümüzün en yüksek çözünürlüklü dijital kamerasına sahip Rubin Gözlemevi’nden bahsediyor. Gürkan Caner Birer ise Formula 1 araçlarının güç ünitelerini ve lastiklerini ele alıyor.

“Denizlerdeki Gizli Tehlike: Çeken Akıntı”, “Keçilerin Göz Bebekleri Neden Dikdörtgen Şeklindedir?” yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden *Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum, Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Bilim ve Teknik elektronik dergi arşivi (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır (services.tubitak.gov.tr/edergi). Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak, ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr), podcast kanallarını ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Hepimizin 30 Ağustos Zafer Bayramı kutlu olsun!

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,

Özlem Kılıç Ekici

ISSN 1300338O 93
9 771300 338001

İçindekiler

4
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum**
Özlem Ak

6
Haberler

24
Bilim Çizgi
Behram Kurşunoğlu
Sinancan Kara

26
Evrene Açılan Yeni Pencere: Rubin Gözlemevi
Alp Akoğlu

34
Formula 1 Araçlarının Kalbi: Güç Üniteleri ve Lastikler
Gürkan Caner Birer

42
Hızlı Düşünmek... Pratik Zekâmızın Etkisi mi Yoksa Alışkanlıklarımızın Bir Sonucu mu?
Süleyman İnan

44
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

48
Kediniz Sizi Neden Kokluyor?
Özlem Ak

58
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

60
Güneş'in Kutuplarının İlk Görüntüleri
Mahir E. Ocak

14

Geleceğin Uzay İstasyonlarını Özel Şirketler mi Kuracak?

Tuba Sarıgül

ISS'nin 2030'da görevinin sonlandırılması planlanırken uzay araştırmalarının devamı için uzay ajansları ve ticari şirketler iş birliği yapıyor.

64
Antimadde Laboratuvar Dışına Çıktı
Mahir E. Ocak

72
Keçilerin Göz Bebekleri Neden Dikdörtgen Şeklindedir?
Cansu Aydın

74
Denizlerdeki Gizli Tehlike: Çeken Akıntı
Tuba Sarıgül

78
Bilim Tarihinden Notlar
Ptolemaios'un Bilimsel Çalışmaları III
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Flora
Arsız Zaylan
Aydan Acar Şahin

84
Gökyüzü
Tuba Sarıgül

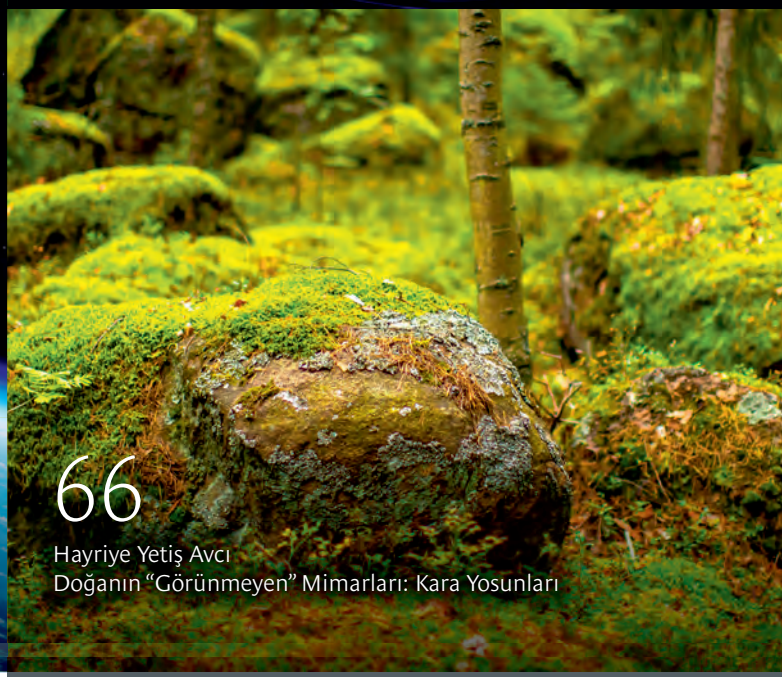
88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

50
Mahir E. Ocak
Kara Delik Bombası



66
Hayriye Yetiş Avcı
Doğanın "Görünmeyen" Mimarları: Kara Yosunları

96
Yayın Dünyası
Özlem Kılıç Ekici

POSTER EKİ
Hubble ve James Webb Uzay Teleskopları ile Evrende Yolculuk
Özlem Kılıç Ekici
Hüseyin Diker

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik
bilimteknik.tubitak.gov.tr/

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin internet sitesi ve sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

*Dergimize "*Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.*

Elektronik dergi arşivimiz (son dört sayı hariç) herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları sitesinden dergilerimize abone olabilir, hem yeni hem de eski sayılarımızı satın alabilirsiniz.

Bilim ve Teknik podcast programı ile kulağınız her daim bilimde olsun! Podcast içeriklerimizi Spotify, YouTube Music, Apple Podcast ve SoundCloud'dan dinleyebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm, Büyüyorum...

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için mektuplarını gönderebilecekleri adresimizi hatırlatıyoruz: bteknik@tubitak.gov.tr

"Bu dergiyle birlikte yaş aldım"

Merhaba,

Bilim ve Teknik ile 1982 yılında tanıştım. O zamandan beri hiçbir sayısını kaçırmadım. Emekli felsefe öğretmeniyim. Okuduğum tüm sayıları çalıştığım okulların kütüphanesine bağışlıyorum. Bu dergiyle birlikte yaşadım ve yaş aldım. Ömrüm yettiğince vefalı bir okurunuz olarak her ay dergimi okumaya devam edeceğim. İyi ki varsınız. Bizlere kattığınız bilgi ve değerler için çok teşekkürler.

Mehmet Durmuş Özböler

"Bilime olan tutkumu artırıyor"

Merhaba,

TÜBİTAK dergileriyle 5. sınıfta fen bilgisi öğretmenimiz sayesinde tanıştım. *Bilim Çocuk* dergisinin her sayısını merakla bekler, içindeki etkinlikleri keyifle yapardım. Bir keresinde derginin yeni sayısını almak için çok gecikmiştik ve bulabilmek için market market dolaşmıştık. Neredeyse umudumu yitirmiştim ki sonunda bir yerde bulduk. Markette birisi bana "Niye bu kadar telaşlandın ki, iki gün sonra yeni sayısı çıkacak onu alırsın." demişti. Ama ben hiçbir sayısını atlamadan okumak istiyordum. O gün eve çok mutlu gitmiştim ve uyuyana kadar dergiyi elimden hiç düşürmemiştim. Şimdi 11. sınıftayım. Hâlâ aynı heyecan ve ilgiyle bu sefer *Bilim ve Teknik* dergisini almak için her ay markete gidiyorum. TÜBİTAK dergileri çevremdeki olgulara farklı pencerelerden bakmayı öğretiyor, bilime olan tutkumu artırıyor. İyi ki varsınız. Her ay bana bu heyecan ve mutluluğu yaşattığınız için çok teşekkür ederim.

Meryem Kartal

“İyi ki dün olduğu gibi bugün de varsınız”

Merhaba,

Dört yaşındaki kızımla beraber her ay yeni sayılarınızı merakla bekliyoruz. Ben *Bilim ve Teknik*, kızım da *Meraklı Minik* dergisinin sıkı takipçisiyiz. Hayatım boyunca uzay, fizik ve matematik konularına ilgi duymuş, astronomi ve matematik bölümlerinde lisans eğitimi almış birisi olarak kızımın da bu konulara merak duyuyor olması ve dergileri heyecanla takip etmesi çok hoşuma gidiyor. Formula 1, cebirsel analiz ve gezegenler konuları başta olmak üzere ilgi ve merak duyduğum birçok konuyu kapsamlı bir şekilde ele alıyorsunuz. İnternet sayesinde bilgiye erişim de kolaylaştı ama *Bilim ve Teknik* dergisinin bendeki etkisi hiç azalmadı. İyi ki dün olduğu gibi bugün de varsınız.

Abdulkerim Eğilmez

“Dergiyi çok ama çok sevdim”

Merhaba,

Dokuz yaşındayım ve düzenli olarak *Bilim Çocuk* okuyorum. Birkaç ay önce markette dergilere bakarken *Bilim ve Teknik* dergisinin kapak konusu dikkatimi çekti ve merak edip aldım. Dergiyi çok ama çok sevdim. Mikroplastik ile ilgili yazıyı özellikle ilgiyle okudum. Henüz dokuz yaşında olduğum için birçok yazının içeriğini çok anlamasam da başlıklara göz atıyorum, bilim haberlerini okuyorum. *Bilim ve Teknik*'i artık sürekli takip edeceğim. Yıllardır böylesine güzel ve kaliteli dergileri bizlerle buluşturduğunuz için çok teşekkürler.

Almira Vurucu

“Yolumu bilimle aydınlatıyor”

Merhaba,

Kendimi bildim bileli dergi okumayı ve yeni şeyler öğrenmeyi çok seviyorum. İnternetten hazır şekilde bilgi almaktan ziyade derginin o ayki içeriğine kapılmak bana hep daha cazip geliyor. Bu yolculuğa *Bilim Çocuk* dergisiyle başladım, küçükken abimin dergilerini okur ve büyüyünce bir dergi koleksiyonu oluşturma hayali kurardım. Şimdi 15 yaşımdayım ve beni her anlamda geliştiren bir dergi koleksiyonum var. *Bilim ve Teknik* dergisini her ay kaçırmadan alıp okuyorum. Sosyal medyanın anlık haz ve tıklanmaya dayalı bilgi furyasından uzaklaşıp bin bir emekle hazırlanan *Bilim ve Teknik* dergisini okumak geleceğe dair olan umut ışığını ve hayallerimi hep canlı tutuyor. Okulumuza astronotumuz Alper Gezeravcı'nın gelmesi ve dergime imza atması beni çok mutlu etti. Umarım gençler olarak okumaya ve yolumuzu bilimle aydınlatmaya devam ederiz.

Zeynep Naz Güneri

“Sürekli yeni bilgiler öğreniyorum”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile tanışalı henüz bir yıl oldu. Her sayısını kaçırmadan alıyorum ve sürekli yeni bilgiler öğreniyorum. Öğrendiklerimi ailemle ve arkadaşlarımla paylaşıyorum. Derginin sonundaki soruları çözmek çok keyifli. Bu dergiyi çok seviyorum ve ilgiyle okuyorum. *Bilim ve Teknik* ailesine teşekkürler.

Eylül Can

Haberler

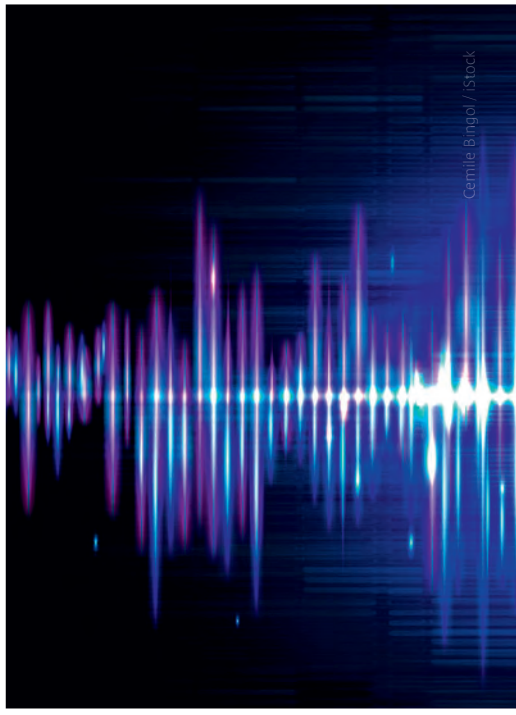
TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği ile Yıldızların Altında, Bilimin Işığında!

Özlem Kılıç Ekici

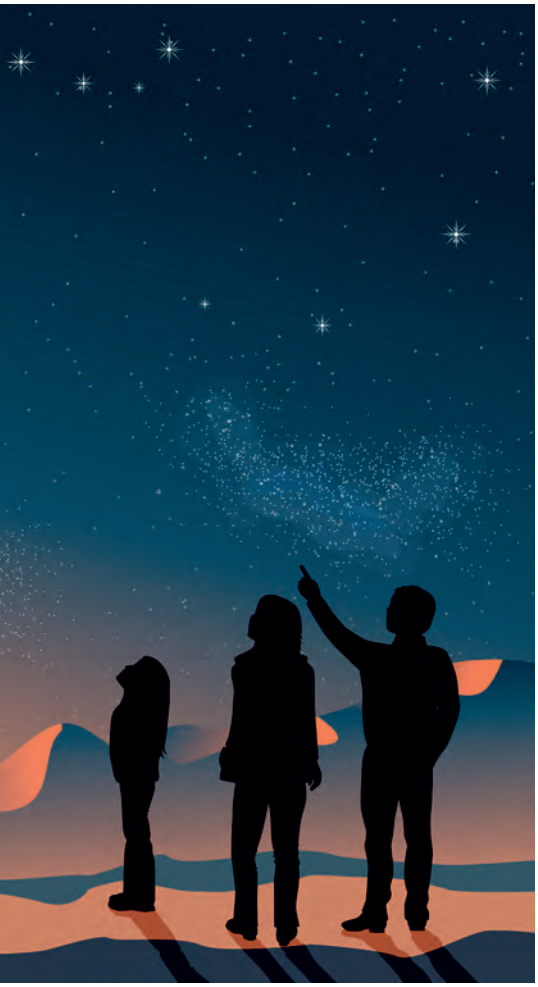
TÜBİTAK tarafından düzenlenen bilim ve toplum etkinlikleri gelecek nesillerin bilimsel düşünme becerileri kazanmasında önemli bir rol oynuyor. Bu etkinliklerin arasında gelenekselleşen gökyüzü gözlem etkinlikleri de bilimin topluma aktarılmasında köprü vazifesi görmeye devam ediyor.

İlk kez 1998 yılında TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisi tarafından düzenlenen, yıllardır gök bilimcileri ve gökyüzü meraklılarını bir araya getiren TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nin 27.'si bu yıl yine ağustos ayı içerisinde düzenlenecek.

Etkinliğe katılanlar, gündüz saatlerinde özel filtreli teleskoplar aracılığıyla Güneş'i güvenli şekilde gözlemleme, gece ise ışık kirliliğinden uzak, yüksek rakımlı alanlarda yıldızlar, gezegenler, gök adalar ve diğer gök cisimlerini teleskoplarla keşfetme imkânı bulacaklar. Etkinlik boyunca uzman bilim insanları tarafından etkileşimli sunumların, akademik söyleşilerin ve bilim temalı atölye çalışmalarının gerçekleştirilmesi planlanıyor.



Gökyüzü Gözlem Etkinliği ile her yaştan katılımcıya bilimle, doğayla ve yıldızlarla iç içe unutulmaz bir deneyim sunulacak. Etkinliğin yeri ve zamanına dair bilgileri *gozlem.tubitak.gov.tr* adresi üzerinden ve dergimizin sosyal medya hesapları aracılığı ile takip edebilirsiniz. ■



Duyulabilir Sesler Hücrelerdeki Gen Etkinliklerini Değiştiriyor

Mahir E. Ocak

Geçmişte yapılan bilimsel çalışmalar, ultrason dalgalarının (insan kulağının duyabildiğinden daha yüksek frekanslı ses dalgalarının) çeşitli biçimlerde biyolojik süreçleri etkilediğini göstermişti. Son bilimsel çalışmalar duyulabilir seslerin de hücreler üzerinde etkisi olduğunu gösteriyor.

Kyoto Üniversitesi araştırmacıları, fare myoblast hücresi kültürleri üzerinde deneyler yaptı. Araştırmacılar, başkalaşarak kas dokusu hücrelerine dönüşen bu kök hücreleri insan kulağının duyabildiği frekanslarda ses dalgalarına maruz bıraktı ve hücrelerdeki gen etkinlerini takip etti. İki saat içinde 42 ayrı gen türünün, 24 saat içinde de 145 ayrı gen türünün etkinliklerinde değişimler gözlemlendi. Bu genlerin büyük çoğunluğu daha aktif hâle gelirken bazıları ise baskılandı. Kyoto Üniversitesinden Masahiro Kumeta ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Communications Biology*'de yayımlandı. Etkilenen genlerin büyük çoğunluğu hücre adhezyonunda (hücrelerin komşu hücrelere tutunmasında) ve hücre göçünde rol alıyor ve bu genlerin mekanik kuvvetlere tepki verdiği biliniyor. Ses dalgalarının, molekülleri deforme ederek genlerin etkinleşmesine yol açan süreçleri tetiklediği düşünülüyor.

Çalışmalar, yağ hücresi öncüllerinin de ses dalgalarına tepki verdiğini gösteriyor. Ses dalgaları, hücrelerin olgun yağ hücrelerine dönüşümünü baskılayarak yağ birikimini %13-15 oranında azaltıyor. Duyulabilir ses dalgalarının çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde muhtemelen ilaçlardan çok daha güvenli olduğu belirtiliyor. Her ne kadar ultrason dalgaları gibi bir noktaya odaklanmaları kolay olmasa da kolaylıkla üretilebilir ve geniş vücut bölgelerine uygulanabilirler.

Araştırmacılar şu an canlı fareler üzerinde yağ dokusunun gelişimini engellemek üzerine çalışmalar yapıyor. Başarılı olması hâlinde benzer yöntemlerin insanlarda da kullanılabileceği söyleniyor. Gelecekte insan hücreleri ve organoidleri üzerine yapılacak deneylerle çeşitli hastalıklar için duyulabilir ses dalgalarının kullanıldığı tedaviler geliştirilebilir. Örneğin tümörlerin büyümesini engellemek için duyulabilir ses dalgalarından yararlanılabilir. ■

https://www.nature.com/articles/s42003-025-07969-1

James Webb Teleskobu İlk Kez Ötegezegen Keşfetti

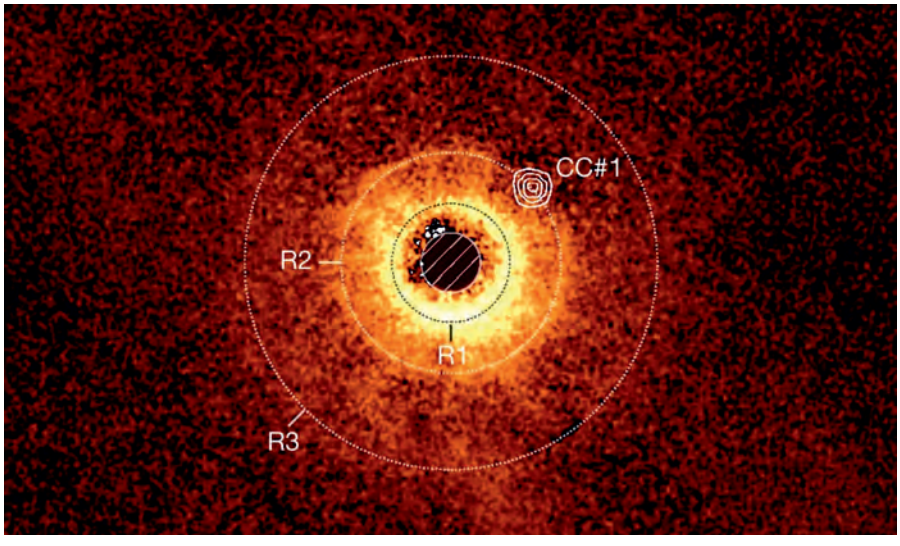
Mahir E. Ocak

James Webb Uzay Teleskobu ilk kez bir ötegezegen keşfetti. TWA 7b adı verilen gezegen, etrafında hâlâ yeni gezegenlerin oluşmakta olduğu düşünülen genç bir yıldızın yörüngesinde yer alıyor. Üstelik James Webb bu gezegeni doğrudan görüntüledi.

James Webb Uzay Teleskobu çalışmaya başladığı 2022 yılından beri ötegezegen araştırmaları için veri topluyor. Ancak teleskop bugüne kadarki gözlemlerinde, daha önceden keşfedilmiş ötegezegenlerin atmosfer bileşimlerini inceliyordu.

Ötegezegenleri doğrudan gözlemlemek zordur. Çünkü etrafında dolandıkları yıldızlar, kendilerinden çok daha büyük ve parlaktır. Bugün bilinen ötegezenlerin çoğu doğrudan gözlem yoluyla değil başka yöntemlerle keşfedilmişti. James Webb Uzay Teleskobu ise Dünya'ya yaklaşık 100 ışık yılı uzaklıktaki TWA 7 yıldızının etrafında dolanan gezegeni doğrudan gözlemlemeyi başardı. Yoğun bir madde bulutuyla çevrili genç bir yıldız olan TWA 7 sadece 6,4 milyon yıl yaşında. Bu madde bulutunun içerisinde hâlâ yeni gezegenlerin oluşmaya devam ettiği tahmin ediliyor. James Webb, önce bir koronagraf cihazı ile bu yıldızın ışığını çevresindeki daha sönük nesneleri gözlemleyebilmek amacıyla maskeledi. Daha sonra da kızılötesi kameralarıyla TWA 7b adı verilen ötegezegeni tespit etti. Bu gezegenin bir gaz devi olduğu ve kütlesinin yaklaşık olarak Satürn'ünki kadar olduğu tahmin ediliyor.

James Webb Uzay Teleskobu'nun ötegezegenleri doğrudan gözlemlemeye yönelik mevcut kapasiteyi on katına çıkardığı belirtiliyor. Gelecekte TWA 7b'den daha küçük ötegezegenlerin bile doğrudan gözlem yoluyla keşfedilmesi bekleniyor. Ancak Dünya ölçeğindeki kayaç ötegezegenleri doğrudan gözlem yoluyla keşfedebilmek için James Webb'den bile daha gelişmiş teleskoplara ihtiyaç olduğu belirtiliyor. ■



A.-M. Lagrange ve ark., Nature

James Webb Uzay Teleskobu'nun kızılötesi kameralarını TWA 7 yıldızına doğrultarak elde ettiği görüntü. Yoğun madde bulutuyla çevreli olan yıldızın ışığı, koronagraf cihazı tarafından maskeleniyor. Keşfedilen ötegezegen, R2 halkası civarındaki boş bölgenin içinde (CC#1) yer alıyor.

Lagrange, A.-M., ve ark., "Evidence for sub-Jovian planet in the young TWA 7 disk", *Nature*, https://www.nature.com/articles/s41586-025-09150-4, 2025.

Dünya'nın En Yaşlı Kayaçları

Mahir E. Ocak

Yeryüzünde yaşı 3,8 milyarın üzerinde olduğu bilinen çok az kayaç vardır. Bilim insanlarının yaşı üzerinde uzlaştığı kayaçların en yaşlısı Kanada'nın kuzeybatısında yer alıyor. Yaklaşık 4 milyar yıllık bu kayaçlar Dünya'nın ilk jeolojik zamanı olan Hadeen ile ikinci jeolojik zamanı olan Arkeen arasındaki geçiş dönemine ait. Geçmişte, Batı Avusturalya'da bulunan 4,4 milyar yıllık zirkon mineralleri gibi daha genç kayaçların içinde korunan Hadeen zamanından kalma mineraller keşfedilmişti. Ancak yaşı üzerine uzlaşmaya

Jonathan O'Neil

Kanada'nın Nuvvuagittuq Kuşağı'ndaki kayaçlar

varılmış, Hadeen zamanından kalma, yığınlar hâlinde yer kabuğu kütleleri ise bulunmuyordu.

Ottawa Üniversitesinden yer bilimci Jonathan O'Neil ve arkadaşları 2008 yılında Kanada'nın Hudson Koyu'ndaki kayaçların Hadeen zamanından kalma olduğunu iddia etmişlerdi. Radyoaktif samaryum-146 izotoplarının bozunmasının kayaçlarda bıraktığı kimyasal izlerin analiz edilmesine dayalı çalışmalara göre bölgedeki Nuvvuagittuq kayaçları günümüzden yaklaşık 4,3 milyar yıl önce meydana gelmiş bir lav akıntısıyla oluşmuş olmalıydı. Ancak başka araştırmacılar, Hadeen zamanından kalma kayaçların daha genç kayaçların içine karışmış olabileceğini iddia etmiş ve O'Neil ve arkadaşlarının bu çıkarımlarına şüpheyle yaklaşmıştı.

O'Neil ve arkadaşları yakın zamanlarda *Science*'ta Nuvvuagittuq kayaçlarının yaşı ile ilgili yeni bir çalışma yayımladı. Araştırmacılar, bir zamanlar eriyik hâldeyken ana Nuvvuagittuq kayaçlarının içine sokulmuş kayaları analiz ederek tarihlendirme yaptı. Biri samaryum-146 izotoplarının neodim-142 izotoplarına, diğeri samaryum-147 izotoplarının neodim-143 izotoplarına bozunumuyla ilgili analizlerin her ikisi de kayaçların yaşının 4,16 milyar yıl civarında olduğunu gösterdi. Bu sonuçlar, araştırmacıların Nuvvuagittuq kayaçlarının Hadeen zamanından kalma olduğu iddiasını destekledi. ■

https://www.science.org/doi/10.1126/science.ads8461

Bebeklere Şarkı Söylemek Ruh Hâllerini Düzeltiyor

Özlem Ak

Yale Üniversitesinde yapılan yeni bir araştırma, bebeklere şarkı söylemenin onların ruh hâlini belirgin şekilde iyileştirdiğini ortaya koydu. Farklı kültürlerde ve toplumlarda annelerin ninni söyleyerek bebekleri uyutması ve sakinleştirmesi uzun süredir bilinen bir durum. Bu araştırma ise şarkı söylemenin bebeklerin ruhsal sağlığına somut katkılar sağlayan bir yöntem olduğunu bilimsel olarak doğruluyor.

Sonuçları *Child Development* dergisinde 2025'in mayıs ayında yayımlanan çalışmaya 110 ebeveyn katıldı. Ebeveynler gün boyunca cep telefonları aracılığıyla şarkı söyleme sıklıklarını, bebeklerinin ruh hâlini, huysuzluk seviyesini ve kendi ruh hâllerini araştırma ekibine bildirdi. Sonuçlar oldukça dikkat çekiciydi: Bebeklerine daha fazla şarkı söyleyen ebeveynler, bebeklerinin genel ruh hâlinin çok daha olumlu olduğunu belirtti. İlginç olan, şarkı söylemenin sadece bebek ağladığında değil, genel anlamda ruh hâllerini iyileştirmede

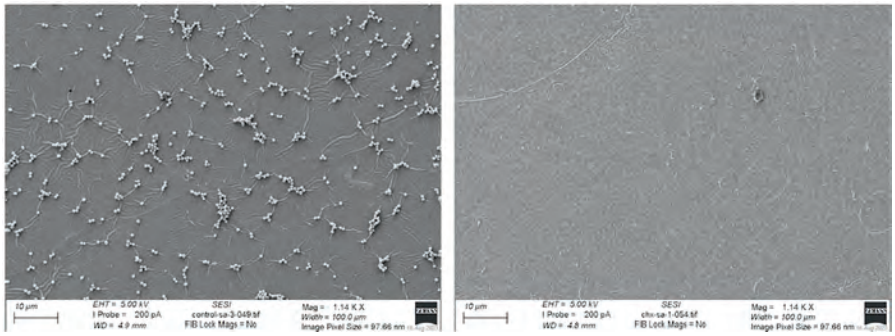
etkili olmasıydı. Özellikle bebek huysuzlandığında ebeveynlerin şarkı söylemeye doğal olarak yönelmesi dikkat çekti.

Her ne kadar çalışmanın gerçekleştirildiği dört haftalık süreçte ebeveynlerin ruh hâlinde anlamlı bir değişiklik gözlenmese de araştırmacılar, bebeklerin ruh hâlindeki iyileşmenin zamanla tüm aile için olumlu sonuçlar doğurabileceğini düşünüyor. Hatta uzun vadede bu yaklaşımın özellikle annelerde görülen doğum sonrası depresyon gibi durumlara karşı da faydalı olabileceği öngörülüyor.

Araştırma ekibi, müziğin sadece eğlence aracı olmadığını aynı zamanda önemli bir iletişim aracı olduğunu vurguluyor. Ninniler aracılığıyla bebeklere iletilen mesaj çok net: "Yanındayım, seni duyuyorum, güvendesin." Bebeklerin de bu mesajı gerçekten aldığı anlaşılıyor.

https://doi.org/10.1111/cdev.14246

NiDerLander / iStock



Sıradan bir epoksi reçinenin (solda) ve CHX karıştırılmış epoksi reçinenin (sağda) yüzeyindeki mikroorganizmalar

Bakterileri ve Virüsleri Öldüren Kaplama Malzemesi

Mahir E. Ocak

Nottingham Üniversitesinden bir grup araştırmacı iki maddeyi karıştırarak yeni bir kaplama malzemesi geliştirdi. Karıştırılan maddelerden birisi, dişçilerin ağız enfeksiyonlarını tedavi etmek, cerrahlarınsa ameliyat öncesinde temizlik yapmak için kullandığı CHX (klorheksidin diglukonat). Bir diğeri ise günlük hayatta boya işlerinde kullanılan epoksi reçine.

Deneysel çalışmalar, geliştirilen kaplama malzemesinin bakterileri ve virüsleri öldürmekte başarılı olduğunu gösteriyor. Antibiyotiklere karşı dirençli bakteriler bile malzemenin üzerinde canlı kalmayı başaramıyor. MRSA, SARS-CoV-2 gibi hastalık yapıcı etmenleri de etkisiz hâle getiren malzemenin birçok sert ve gözeneksiz yüzeylerde kullanılabileceği, özellikle hastanelerde hijyeni sağlamak için yararlı olacağı söyleniyor. Örneğin hasta yatakları ya da tuvaletler gibi mikroplardan arındırmanın zor olduğu ortamlarda bu yeni kaplama malzemesi kullanılabilir. Araştırmacılar ayrıca yeni malzemenin ulaşım ve havacılık endüstrilerinde koltuklar ya da sehpalar gibi sık temas edilen yüzeyleri temiz tutmak için de faydalı olabileceğini belirtiyor.

Yeni kaplama malzemesinin en önemli özelliği malzemenin

uygulandığı yüzeyin tekrar temizlenmesine gerek olmaması. Malzeme bir yüzeye uygulandıktan sonra buraya temas eden bakterileri ve virüsleri etkisiz hâle getirmeye devam ediyor.

Detaylı bilgiye Dr. Madeline Berrow ve arkadaşlarının *Scientific Reports*'ta yayımladıkları makaleden ulaşabilirsiniz. ■

https://www.nature.com/articles/s41598-025-90465-7

Gıda Atıkları Ürünlere Dönüşüyor

Hayriye Yetiş Avcı

Gıda maddeleri tarladan sofraya ulaşana kadar birçok aşamadan geçer. Bir tarım ürününün ham hâlden insanların tüketilebileceği gıdaya dönüştürülmesi yani gıda işleme süreci, yiyeceklerin daha güvenli, dayanıklı ve lezzetli olmasını sağlar. Ancak gıda işleme sürecinde kullanılan bazı ısıl işlemler ve kimyasal uygulamalar çevre üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Örneğin yüksek miktarda elektrik ve ısı enerjisi gerektiren ya da çok fazla su tüketimine neden olan yöntemler, doğal kaynaklar için risk oluşturabilir. Bununla birlikte gıda işleme sırasında ortaya çıkan kabuk, çekirdek, yağ tortuları, posa gibi organik atıkların geri dönüştürülmemesi ve çeşitli depolama alanlarında birikmesi durumunda oluşan metan gazı da çevre kirliliğine sebep olabilir.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Mecit Halil Öztop'un liderliğinde yürütülen "Gıda Atıklarını Sürdürülebilir Liflere Dönüştürmeye Yönelik Avrupa Ağı (ENFiber)" projesi, gıda işleme sürecinde ortaya çıkan organik atıkları sürdürülebilir ve çevre dostu yöntemlerle işlevsel liflere dönüştürmeyi amaçlıyor. Üretilen liflerin gıda, ambalaj ve ilaç sanayisinde kullanılarak ticari açıdan değerli ürünlere dönüştürülmesi, projenin temel hedefleri arasında. Sunduğu çevre dostu dönüşüm modeliyle sera gazı emisyonlarının azalmasında etkili olacağı düşünülen proje, gıdada sürdürülebilir yaklaşımların geliştirilmesine de katkı sağlayacak.

Bilim ve Teknolojide Avrupa İş Birliği (COST) destekli ENFiber Projesi, Avrupa genelinde desteklenen 70 projeden biri oldu. 34 ülkeden 65 araştırmacıyı bir araya getiren proje, genç araştırmacılara uluslararası eğitimlere katılma ve iş birliği yapma fırsatları sunmayı hedefliyor. Projeden elde edilen çıktıların bilim dünyasına sağlayacağı akademik katkı yanında geliştirilecek prototiplerle endüstride veya günlük yaşamda kullanılabilecek uygulamalara dönüşebileceği belirtiliyor. ■

https://haber.metu.edu.tr/tr/2025/05/odtu-liderliginde-gida-atiklari-katma-degerli-liflere-donusecek/

YakobchukOlena / iStock

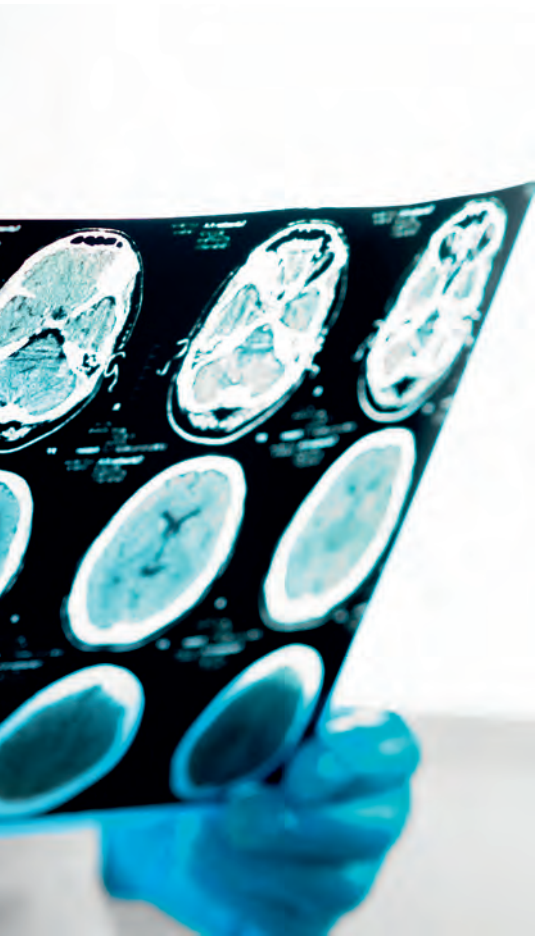
Beyin Tümörüne Karşı Yeni Umut: JM2 Peptidi

Özlem Ak

Glioblastoma, yetişkinlerde en sık görülen ve en agresif beyin tümörü türü. Cerrahi müdahale, radyoterapi ve kemoterapiyle yapılan tedavilere rağmen tümör genellikle tekrar ortaya çıkıyor. Bunun başlıca nedeni, tedaviden etkilenmeyen glioblastoma kök hücreleri. Bu hücreler uzun süre pasif durumda kalabiliyor sonra yeniden aktif hâle gelip tümörü tekrardan oluşturabiliyor.

Virginia Tech'teki Fralin Biyomedikal Araştırma Enstitüsünde çalışan bilim insanları, glioblastomaya karşı umut vadeden bir molekül geliştirdi. *Cell Death and Disease* dergisinde yayımlanan çalışmanın sonuçlarına göre laboratuvarda tasarlanan JM2 adlı bu deneysel ilaç, tedaviye dirençli tümör hücrelerini hedef alarak tümörün yeniden oluşma hızını önemli ölçüde yavaşlatabiliyor. Araştırma ekibi, tedaviye dirençli bu hücrelerin yapısını inceleyerek "connexin 43" adlı özel bir proteine odaklandı. Normalde hücreler arası iletişimde görev alan bu protein, kanser hücrelerinde farklı davranabiliyor. Tümör kök hücrelerinin birbiri ile iletişim kurmasını sağlayan bağlantı noktaları oluşturarak tümör büyümesini destekleyebiliyor. Yüksek çözünürlüklü mikroskoplar kullanılarak yapılan gözlemler, connexin 43 proteininin glioblastoma kök hücrelerindeki mikrotübüller (hücrenin iskeletini oluşturan ve mekanik destek sağlayan yapılar) boyunca sıralandığını gösterdi. Bu keşiften yola çıkan araştırmacılar, connexin 43'ün mikrotübüllerle olan etkileşimini taklit eden JM2 adlı özel bir peptit geliştirdi. Deneylerde JM2 peptidinin yalnızca tümör kök hücrelerini hedef alarak bu hücrelere zarar verdiği, sağlıklı beyin hücrelerini ise etkilemediği görüldü. Bu da molekülün oldukça seçici ve güvenli olabileceğini düşündürüyor.

Çalışmada glioblastoma beyin tümörü olan hastalardan alınan hücre örnekleri kullanıldı. Bu sayede laboratuvar ortamında gerçek hasta hücreleri üzerinde çalışmak mümkün oldu. Kültür ortamında büyütülen tümör modellerinde JM2'nin tümör yapısını küçülttüğü açıkça gözlemlendi. Deney hayvanları üzerinde yapılan testlerde de tümör büyümesinin önemli ölçüde yavaşladığı tespit edildi.



FabrikaCr / iStock

Henüz insanlar üzerinde denenmemiş olsa da elde edilen veriler, JM2'nin gelecekte glioblastoma tedavisinde etkili bir peptit temelli ilaç adayı olabileceğini gösteriyor. Özellikle kemoterapi ile birlikte kullanıldığında tümörün tekrar oluşmasını geciktirerek hastaların yaşam süresini uzatabilir. Şu anda bilim insanları, JM2'nin tümöre doğrudan ve etkili bir şekilde ulaştırılabilmesi için biyolojik olarak çözünebilen nanoparçacıklar ve genetik taşıyıcılar gibi yeni yöntemler üzerinde çalışıyor. ■

https://doi.org/10.1038/s41419-025-07514-2

Hanasaki / iStock

Yapay Zekâ, Disleksi ve Disgrafiyi Erken Teşhis Edebilir

Özlem Ak

Disleksi ve disgrafi, çocukların okuma, yazma ve dil becerilerini etkileyen önemli öğrenme bozukluklarıdır. Disleksi, kelimeleri doğru ve akıcı şekilde tanıyamama, sesleri ayırt etmede güçlük ve yazım hataları gibi belirtilerle kendini gösterir. Yazma güçlüğü olarak da bilinen disgrafi ise harflerin biçimi, yazı düzeni gibi yazının fiziksel özelliklerine ve okunaklılığına yönelik sorunlara yol açar. Çocukların akademik gelişimini olumsuz etkileyen bu öğrenme bozuklukları çoğu zaman geç fark edilir. Buffalo Üniversitesinden Prof. Dr. Venu Govindaraju liderliğinde yürütülen bir araştırma, yapay zekâ teknolojisinin bu bozuklukların erken teşhisine nasıl katkı sağlayabileceğini ortaya koydu. Çalışmanın sonuçları *SN Computer Science*'ta yayımlandı.

Araştırma kapsamında ana sınıfından 5. sınıfa kadar olan öğrencilerden hem kâğıt üzerine hem de dijital tabletler aracılığıyla yazılmış yüzlerce yazı örneği toplandı. Araştırma ekibi tarafından geliştirilen yapay zekâ sistemi sayesinde çocukların el yazıları çok yönlü biçimde incelenerek analiz edildi. Yazma hızı, kaleme uygulanan basınç, harf büyüklüğü ve harfler arası boşluk gibi çocukların motor becerileri ile yazım hataları, harf karıştırmaları ve dil bilgisi gibi dilsel unsurlar birlikte değerlendirildi. Bu sayede disleksi ve disgrafiye dair davranışsal belirtiler saptanabildi.

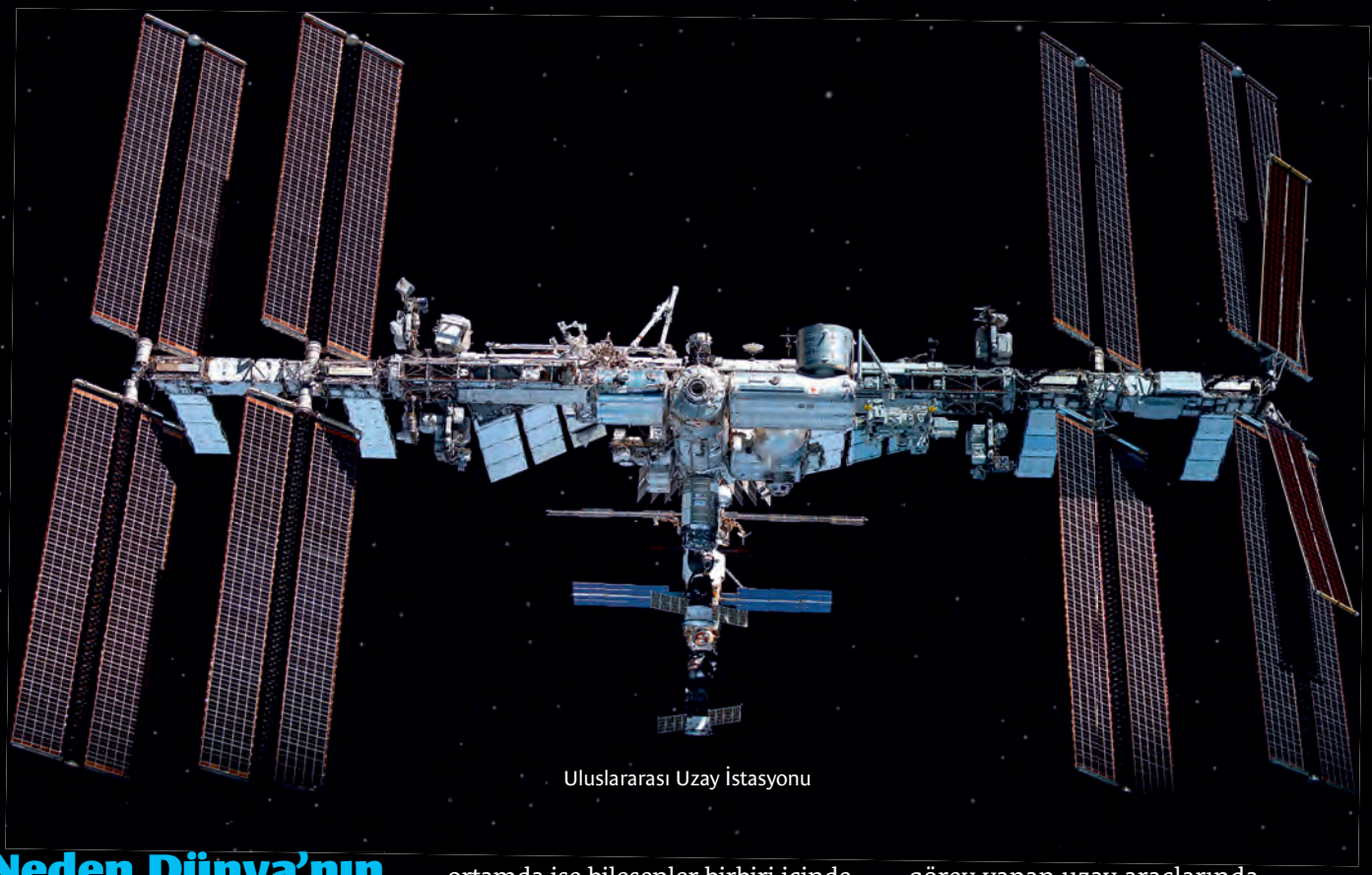
Bu yenilikçi yapay zekâ sistemi, özellikle uzmanlara erişimin sınırlı olduğu bölgelerdeki öğrenme güçlüğü yaşayan çocuklar için erken teşhis imkânı sunarak teknolojinin eğitimde nasıl etkili bir araç olabileceğini gösteriyor. ■

https://www.sciencedaily.com/releases/2025/05/250514151712.htm

Geleceğin Uzay İstasyonlarını Özel Şirketler mi Kuracak?

Dr. Tuba Sarıgül [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Uluslararası Uzay İstasyonu'nun 2030 yılında görevinin sonlandırılması planlanırken Dünya'nın yörüngesinde insan varlığının ve bilimsel araştırmaların devam etmesi için ticari şirketlerle iş birliği içeren yeni nesil yaklaşımlar hayata geçiriliyor.



Uluslararası Uzay İstasyonu

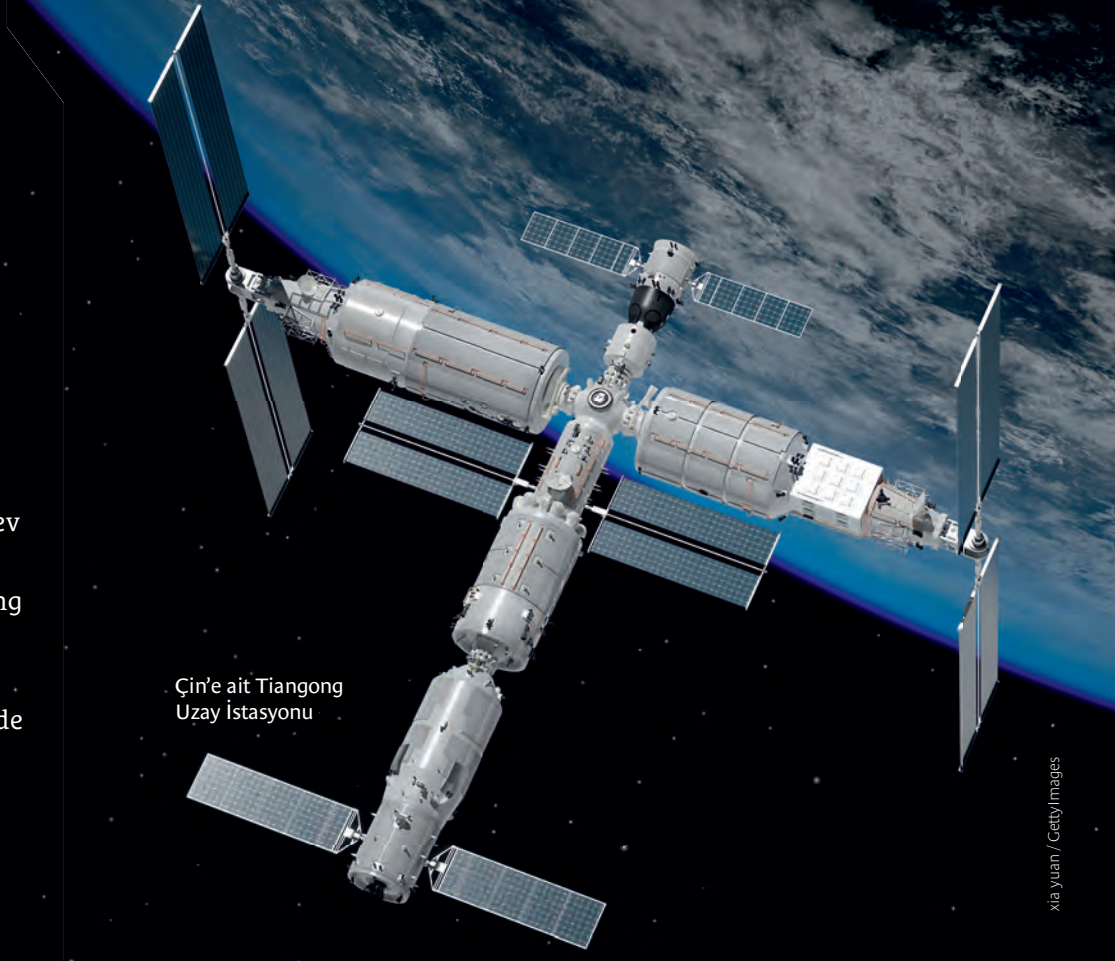
NASA

Neden Dünya'nın Yörüngesinde Dolanan Bir Uzay Laboratuvarına İhtiyacımız Var?

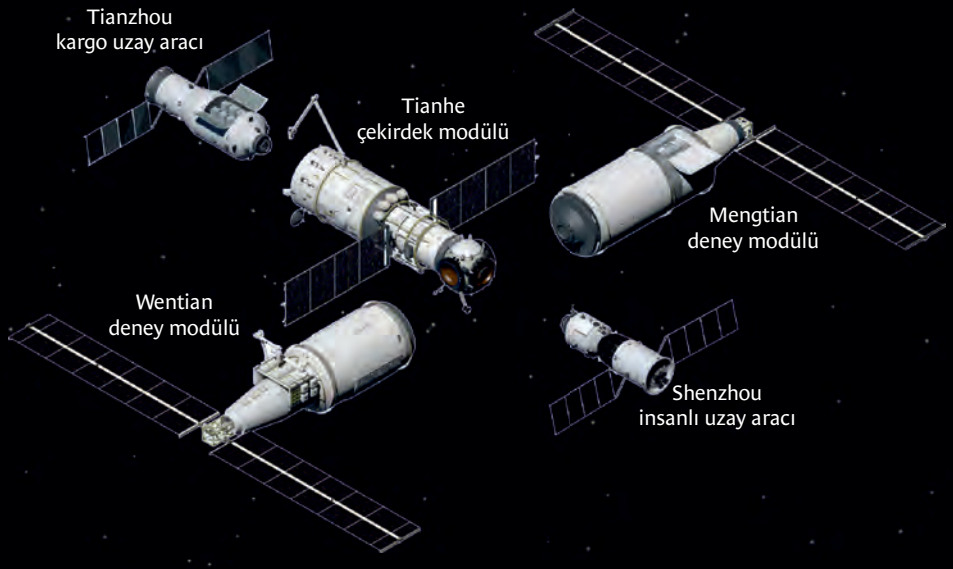
Kalbimiz kanı beynimize ulaştırırken kaslarımız, vücut ağırlığını taşırken Dünya'nın kütle çekimine yani yer çekimine karşı koymaya çalışır. Günlük hayatta birçok etkisine aşina olduğumuz kütle çekimi fiziksel süreçleri de etkiler. Örneğin yeryüzünde sıcaklık farkının neden olduğu yoğunluk değişiminden kaynaklanan akışkan hareketi yani konveksiyon, ağırlıksız ortam koşullarında gerçekleşmez. Aynı zamanda Dünya üzerinde heterojen karışımlarda yoğunluğu fazla olan bileşen dibe çökerken düşük olan yukarıda kalır, ağırlıksız ortamda ise bileşenler birbiri içinde dağılmış şekilde kalır. Dolayısıyla kütle çekiminin etkisinin çok zayıf olduğu ağırlıksız ortam koşullarında deneyler yapmak, bilim insanlarının fiziksel süreçleri kütle çekiminin bozucu etkileri olmadan incelemesine olanak tanır.

Serbest düşme kuleleri, parabolik rota takip eden uçaklar ve yörünge altı uçuş yapan roketler sayesinde yeryüzünde ağırlıksız ortam koşulları simüle edilebiliyor. Ancak bu platformlarda ağırlıksız ortam koşulları saniyeler ve dakikalar ölçeğinde çok kısa süreliğine oluşturulabiliyor. Ayrıca bu platformlarda deney ekipmanlarına etki eden kütle çekim kuvvetinin değeri uzaydaki kadar düşük değil. Uluslararası Uzay istasyonu (ISS) gibi Dünya'nın yörüngesinde görev yapan uzay araçlarında ise ağırlıksız ortamda uzun süreler boyunca deneyler gerçekleştirilebiliyor.

Dünya'nın yörüngesinde hareket eden en büyük yapay uydu olan ISS, ağırlıksız ortam deneyleri için hayati öneme sahip bir platform. ISS'de farklı deney modülleri bulunuyor. Japonya Uzay Ajansı'na (JAXA) ait olan Kibo, ISS'deki en büyük modül. Dört ana bölümden oluşan Kibo'nun PM modülünde astronotlar deneyler gerçekleştirebiliyor. ABD'nin Destiny modülü ISS'nin ilk laboratuvar modülü. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından kurulan Columbus'ta ağırlıksız ortam koşullarının insan vücudu üzerindeki etkileri inceleniyor. Rusya'ya ait Nauka modülü ise 2021 yılında ISS'ye kuruldu.



xia yuan / GettyImages



Adrian Mann / Stocktrek Images / GettyImages

ISS kadar bilinmese de Dünya'nın yörüngesinde görev yapan uzay istasyonlarından bir diğeri de Çin'e ait Tiangong Uzay İstasyonu.

Çin'in Dünya'nın yörüngesinde uzun süreli insanlı uzay görevleri yürütmek amacıyla bir uzay istasyonu inşa etme projesi 2010 yılında başladı ve 11 yılın ardından istasyonun Tianhe isimli ilk modülü 29 Nisan 2021'de uzaya gönderildi. 2021 ve 2022 yıllarında gönderilen 11 uzay göreviyle istasyonun inşası tamamlandı. Bu sayede Çin, ABD ve Rusya'dan sonra uzayda bağımsız olarak uzay istasyonu kurabilen üçüncü ülke oldu.

Tiangong Uzay İstasyonu üç ana modülden oluşuyor. Tianhe çekirdek modülü, istasyonun kontrol merkezi olarak görev yapıyor. Astronotların yaşam alanlarını barındıran bu modülde yaşam destek sistemleri, istasyonu ziyaret eden uzay araçlarının kenetleneceği kapaklar, robotik kol, uzay yürüyüşleri için geçiş kabini gibi bölümler bulunuyor. İstasyonda Wentian ve Mengtian isimli iki deney modülü de var.

İstasyonda bulunan bilimsel ve teknolojik deney alt yapılarında tıp, biyoteknoloji, yaşam bilimleri, malzeme bilimi, astronomi ve astrofizik alanlarında araştırmalar ağırlıksız ortam koşullarında yürütülüyor. Bu çalışmaların yanı sıra yanma teknolojileri, akışkan fiziği, bilgi teknolojileri konularında uzay temelli yeni yaklaşımlar geliştiriliyor.

Tiangong Uzay İstasyonu'nda katlanabilir özellikte güneş

panelleri bulunuyor. Panellerin üretildiği üç eklemli galyum arsenür güneş gözelerinin Güneş'ten gelen enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürme verimi %30 civarında yani geleneksel sistemlerden daha yüksek. Tiangong Uzay İstasyonu'nun toplam kütlesi ise 69 ton. Yani kütlesi 400 tonun üzerinde olan ISS'ye kıyasla daha küçük ölçekte bir uzay istasyonu. İstasyonda normalde üç astronot görev yapıyor ancak astronotların değiştiği süreçte mürettebat kapasitesi altı kişiye kadar çıkabiliyor. 340 km ila 450 km arasındaki irtifada dolanan Tiangong Uzay İstasyonu'nun hizmet ömrü en az 10 yıl.

Kurulumuna 1998 yılında başlanan ISS ise başlangıçta 2016'ya kadar görev yapabilecek şekilde tasarlanmıştı. İşletilmesinden, bakımından ve modernize edilmesinden NASA, Roscosmos, JAXA, ESA ve Kanada Uzay Ajansı'nın sorumlu olduğu ISS'nin 2030 yılının sonunda emekliye ayrılacağı açıklandı. Peki, görevine başladığından bu yana Dünya'nın yörüngesinde kesintisiz bir şekilde insan varlığının devam etmesine imkân veren ve ağırlıksız ortam koşullarında yürütülen bilimsel ve teknolojik araştırmalarda büyük katkısı olan ISS'nin yeri nasıl dolacak?

Ticari Uzay İstasyonları Dönemi

NASA, ağırlıksız ortam koşullarında gerçekleştirilen deneylerin insanlık yararı için hayati önemde olması nedeniyle Dünya'nın yörüngesindeki uzun süreli insanlı uzay görevlerini ticari iş birlikleri ile devam ettirmeyi planlıyor. Bu sayede istikrarlı bir şekilde çalışan ve emniyetli uzay sistemlerinin daha düşük bütçeyle geliştirilmesi amaçlanıyor. Uzay istasyonunun tasarlanması, geliştirilmesi, mülkiyeti ve işletilmesinden ticari şirketlerin sorumlu olduğu bu yeni yaklaşım iki aşamalı olarak planlandı.

Birinci Aşama

NASA, birinci aşamada uzay teknolojileri alanında çalışan farklı şirketlerle anlaşmalar yaparak birden fazla sayıda ticari uzay istasyonu projesinin tasarım ve geliştirme süreçlerine destek veriyor. Bu anlaşmaların bir kısmında projelere maddi destek sağlanırken bazılarında şirketlere teknik uzmanlık desteği, uzay sistemleri alt yapılarına erişim gibi olanaklar sunuluyor.

Birinci aşama kapsamında destek alan ilk şirket Axiom Space oldu. 2020 yılında yapılan anlaşma kapsamında Axiom Space şirketi, ISS'ye bağlanacak yaşanabilir bir modül tasarlayıp üretecek. Bu modülün daha sonra ISS'den ayrılarak bağımsız bir istasyon olarak görev yapması planlanıyor.

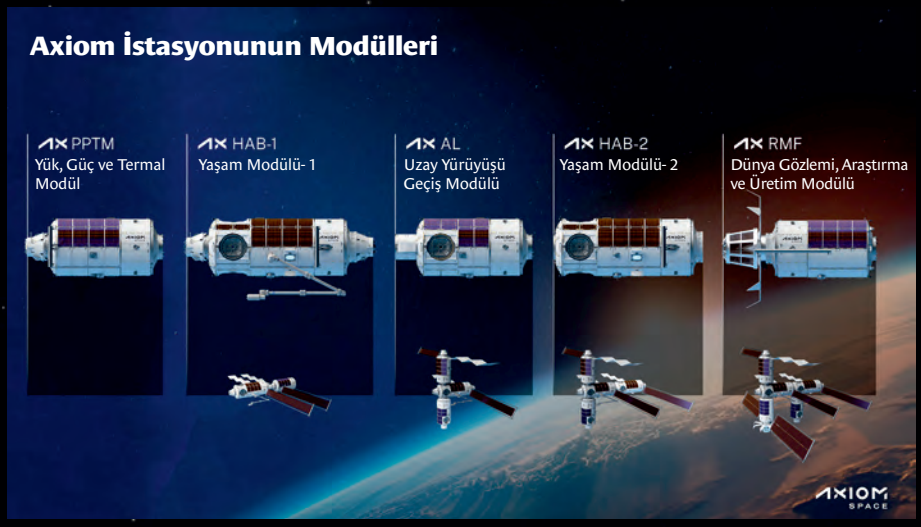
Axiom İstasyonu'nun tasarlanan temsili görseli

Axiom Space

Axiom İstasyonu

Axiom İstasyonu'nun Yük, Güç ve Termal Modül (Ax PPTM), Habitat 1 (Ax Hab-1), Airlock (Ax AL), Habitat 2 (Ax Hab-2), Dünya Gözlemi, Araştırma ve Üretim Modülü (Ax RMF) olmak üzere beş ana bölümden oluşması planlanıyor.

Ax PPTM, istasyona bağlı diğer modüllere güç sağlayacak ve bu modüllerin sıcaklık dengesini korumak için ısıl kontrol sistemleri içerecek. Ax Hab-1 modülü, dört kişilik mürettebat için yaşam alanı sağlamasının yanı sıra araştırma ve üretim alt yapıları barındıracak. Ax Hab-2 modülü Axiom İstasyonu'nun mürettebat ve ekipman kapasitesini artıracak. Astronotların istasyon dışına çıkarak uzay yürüyüşü yapmalarını sağlayacak Ax AL modülü, basınçlı iç ortam ile uzaydaki vakum ortamı arasında güvenli bir şekilde geçiş yapılmasına imkân verecek. Son



axiomspace.com

teknoloji ürünü bilimsel araştırma alt yapıları içerecek Ax RMF modülünde ise astronotların Dünya'yı izlemesine imkân verecek bir gözlem penceresi de bulunacak.

Projenin başlangıcında öncelikle Ax Hab-1 modülünün uzaya gönderilip ISS'ye kenetlenmesi planlanıyordu. Ancak Aralık 2024'te kurulum planlamasının revize dildiği açıklandı. Buna göre ilk olarak PPTM modülü ISS'ye kenetlenecek. Modül, 2028'de ISS'den ayrılarak yörüngede bağımsız olarak hareket etmeye başlayacak. Ax PPTM modülüne sırasıyla Ax Hab-1, Ax AL, Ax Hab-2 ve Ax RMF modülleri bağlanacak ve Axiom İstasyonu'nun montajı yörüngede tamamlanacak. Bu sayede Axiom İstasyonu planlanandan iki yıl önce uzayda bağımsız olarak hareket etmeye başlayacak.

Bu sayede ISS'nin görev süresini tamamladıktan sonra yörüngeden çıkarak atmosfere kontrollü bir şekilde girmesini sağlayacak yörüngeden çıkarma aracının ISS'ye entegrasyon süreci bir aksama olmadan devam edebilecek. Görevi sonlandırıldığında ISS'nin nasıl devre dışı bırakılacağıyla ilgili daha detaylı bilgiye Bilim ve Teknik Aralık 2024 sayısında yayımlanan "2030'da Görevi Sonlandırıldığında Uluslararası Uzay İstasyonu'na Ne Olacak?" başlıklı yazımızdan ulaşabilirsiniz.

Ax PPTM modülünün gövde kısmının üretimine İtalya'da devam ediliyor. Thales Alenia Space tarafından üretilen gövdenin 2025'in sonunda ABD'ye gönderilmesi ve Axiom Space'in Houston'daki tesislerinde iç sistemlerinin entegrasyonun yapılması planlanıyor.

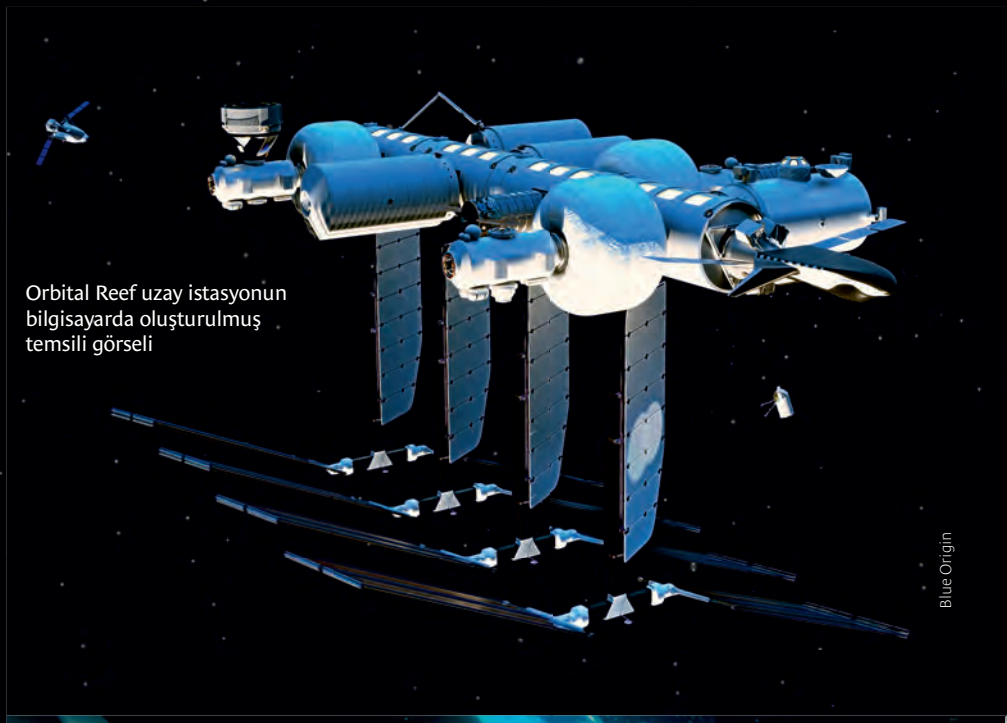
NASA, Ticari Uzay İstasyonları Programı kapsamında uzay istasyonu tasarımları geliştirmeleri amacıyla Blue Origin, Northrop Grumman ve Starlab şirketleri ile 2021 yılında anlaşma imzaladı. Northrop Grumman daha sonra anlaşmadan çekilerek kendi uzay istasyonunu geliştirmek yerine Starlab projesine katıldı.

Orbital Reef Uzay İstasyonu

Blue Origin ve Sierra Space şirketlerinin ortak projesiyle geliştirilen Orbital Reef uzay istasyonu projesinde ayrıca Boeing, Redwire Space, Genesis Engineering ve Arizona Eyalet Üniversitesi paydaş olarak yer alıyor.

Blue Origin şirketi, projede temel olarak geniş çaplı modüllerin metal gövdelerinin imalatından sorumlu. Ayrıca modülleri uzaya taşıması planlanan New Glenn roketi de Blue Origin tarafından geliştiriliyor. Yeniden kullanılabilir özellikteki New Glenn roket sistemi Ocak 2025'te ABD'nin Florida eyaletindeki Cape Canaveral Uzay Üssü'nden ilk defa başarıyla fırlatıldı. Roket sisteminin birinci segmenti yeryüzüne dikey iniş sırasında kaybedilse de ikinci segmentinin taşıdığı Blue Ring Pathfinder servis modülü planlanan yörüngeye ulaştı.

Kurucuları Türk araştırmacılar olan Sierra Space şirketi ise projede temel olarak LIFE isimli şişirilebilir özellikteki yaşam modülünün geliştirilmesinden sorumlu. Fırlatma sırasında sıkıştırılmış hâlde bulunan modül yörüngeye ulaştığında şişirilerek yaşam ve çalışma alanına dönüşüyor. Modülün üretildiği Vectran™ isimli yüksek mukavemetli kumaş, şişirildiğinde çelikten daha güçlü bir yapısal kabuk katmanı işlevi görüyor. LIFE modülünün Orbital Reef istasyonu için geliştirilen versiyonu şiştiğinde 9 metre çapına ulaşacak. İçinde dört mürettebatın yaşayabileceği modülde astronotların dinlenme ve egzersiz alanları, bilimsel ekipmanlar, yaşam destek ve ısıl kontrol sistemleri de yer alabilecek.



Orbital Reef uzay istasyonun bilgisayarda oluşturulmuş temsili görseli

Blue Origin

Sierra Space

Orbital Reef uzay istasyonunun şişebilir modülleri

Sierra Space

LIFE modülün tam ölçekli modelinin UBP testinden sonraki görüntüsü

Sierra Space

Dream Chaser

LIFE modülünün küçük ölçekli test modeli ile 2022'den bu yana sınır patlama basınç testi (UBP) ve uzun süreli dayanım testleri gerçekleştirildi. Temmuz 2024'te ise LIFE modülünün tam ölçekli bir modelinin basınç dayanım kapasitesinin ölçülmesi amacıyla gerçekleştirilen testte 77 psi basınca yani deniz seviyesindeki atmosfer basıncının yaklaşık beş katına ulaşıldı. Böylece NASA'nın sertifikasyonu için gerekli olan teknik standartlar karşılandı.

LIFE modülünün daha geniş hacimli versiyonlarının ise Ay'ın ya da Mars'ın yüzeyinde kurulacak keşif üslerinde yaşam alanı olarak kullanılması hedefleniyor.

Sierra Space, LIFE modülünün yanı sıra alçak Dünya yörüngesine mürettebat ve kargo taşımak amacıyla Dream Chaser isimli uzay aracını geliştiriyor. Uçaklardakine benzer şeklinde kanatlara sahip olan Dream Chaser, uzay mekikleri gibi piste iniş yapabilecek. Uzay aracı, iniş sırasında maksimum 1,5 G ivmeye maruz kalacak şekilde tasarlandığından hassas kargoların örneğin bilimsel örneklerin zarar görmeden Dünya'ya dönmesini sağlayabilecek.

Dream Chaser'ın ISS'ye kargo taşımak amacıyla geliştirilen Tenacity isimli versiyonunun ilk test uçuşunun 2024 yılının sonunda gerçekleştirilmesi planlansa da fırlatma henüz gerçekleştirilmedi. Test uçuşunda uzay aracının irtifa kontrol, yön değiştirme manevraları ve acil durum sistemlerinin test edilmesi amaçlanıyor. ISS'ye yaklaşma sırasında gerçekleştirilecek bu testlerin ardından ISS'deki astronotlar Canadarm2 isimli robot kol aracılığıyla uzay aracını yakalayarak istasyona kenetlenmesini sağlayacak. Dream Chaser Tenacity'nin yakın zamanda ilk uçuşunu gerçekleştirmesi bekleniyor.

Starlab Uzay İstasyonu

NASA tarafından desteklenen ticari uzay istasyonu projelerinden biri de Voyager, Airbus, Mitsubishi ve MDA Space şirketlerinin iş birliğinde geliştirilen Starlab. İtki, yaşam destek, ısıl kontrol, güç gibi sistemlerini barındıran servis modülü ile içinde astronotların yaşadığı ve bilimsel araştırmaların gerçekleştirildiği yaşam modülünden oluşan Starlab, tek bir uzay görevi ile yörüngeye yerleştirilecek şekilde tasarlandı.

Projede astronotların yaşam alanının da bulunduğu modülün ilk prototipi üretildi. Bu prototip üzerinde gerçekleştirilecek yapısal testlerin planı hazırlandı. İstasyonun genel mimarisi ve sistemlerin nasıl bir araya getirileceği ile ilgili değerlendirmeler tamamlandı. Bundan sonraki aşamada istasyonun tasarımının, sistem gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığı incelenecek ve özellikle insanlı görevler için ilk güvenlik değerlendirmesi gerçekleştirilecek.

Starlab projesinde dijital ikiz teknolojisinden de yararlanılacak. Palantir Technologies şirketi tarafından geliştirilen dijital ikizi sayesinde istasyonda kaynak kullanımı, enerji verimliliği, performans optimizasyonu yapılabilecek. Yapay zekâ algoritmaları sensörlerden gelen verileri anlık olarak analiz ederek anormal durumları tespit edebilecek ve istasyondaki bakım gereksinimlerini önceden tahmin edebilecek.

Starlab istasyonu biyoteknoloji ve yarı iletken teknolojileri alanlarında araştırmaları destekleyecek. Ağırlıksız ortam koşullarında konveksiyona neden olan kuvvetlerin etkili olmaması nedeniyle protein kristalleri daha düzenli yapılar oluşturacak şekilde büyütülebilir. Bu sayede proteinlerin işlevleri daha iyi anlaşılarak hastalıkların mekanizmalarının çözümlenmesi mümkün olabilir ve ilaç geliştirme çalışmaları daha verimli hâle getirilebilir. Ayrıca uzay koşullarında kültür ortamında üç boyutlu şekilde büyütülebilen hücreler gerçek insan dokularının yapısını ve işlevini daha başarılı taklit edebilir. Bu sayede yapay organ araştırmalarında önemli ilerlemeler sağlanabilir.

Starlab

İkinci Aşama

NASA'nın Ticari Uzay İstasyonu Programı'nın ikinci aşamasında, geliştirilen uzay istasyonlarının astronotlar tarafından güvenli ve işlevsel bir şekilde kullanılmaya uygun olup olmadığını değerlendirmek ve onaylamak amacıyla sertifikasyon süreçlerinin tamamlanması planlanıyor. Bu kapsamda şirketlerin geliştirdiği uzay istasyonlarının 2029 yılına kadar en az iki mürettebatın bir ila üç ay boyunca görev yapabileceği asgari yaşam ve çalışma koşullarını sağlaması, 2031 yılına kadar ise altı ay süren uzun süreli uzay görevleri için tam kapasiteye ulaşması bekleniyor.

Uzayda Türkiye'ye Ait Bir Deney Modülü

Ülkemiz de ticari uzay istasyonu projelerinde yer almaya yönelik iş birlikleri yapıyor. Bu amaçla Ocak 2025'te Türkiye Uzay Ajansı (TUA) ile Axiom Space arasında bir anlaşma imzalandı. Buna göre kurulması planlanan Axiom İstasyonu'nun belirli modüllerinin Türkiye'de ortak üretilmesi ve ağırlıksız ortam koşullarında araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütmeye imkân veren bir laboratuvar kurulması hedefleniyor.

Uzay Araştırmalarında Yeni Fırsatlar

Özel şirketler uzay araştırmalarında ve teknolojilerinde son yıllarda devrim niteliğinde gelişmelere öncülük etti. İlk defa SpaceX şirketi tarafından geliştirilen yeniden kullanılabilir roketler, fırlatma maliyetlerini önemli oranda düşürdü. Uzay mekiklerinin görev yaptığı dönemde uzaya gönderilen yükler için kilogram başına maliyet 54.500 dolardı. Yeniden kullanılabilir Falcon 9 roketlerinde bu değer 2.720 dolar/kg'a düştü. Yeniden kullanılabilir sistemler, yakıt verimliliği, ölçeklendirilebilirlik alanlarındaki gelişmeler sayesinde fırlatma maliyetlerinin 2040'ta kilogram başına 100 dolar seviyelerine düşebileceği öngörülüyor.

NASA, Ticari Uzay İstasyonları Programı'na yönelik desteklerde bulunsa da istasyonların mülkiyeti özel şirketlere ait olacak ve NASA bu şirketlerin bir müşterisi olarak hizmetlerden yararlanacak. Şu an uzaydaki ağırlıksız ortam koşullarında bilimsel deneyler gerçekleştirmek için ISS'nin yönetimi ve işletilmesinden sorumlu beş uzay ajansından biriyle ortak projelerde paydaş olmak gerekiyor. Ticari uzay istasyonları ise sanayi, akademi ve uluslararası ölçekte diğer ülkelere uzay araştırmalarında yer alma fırsatı sağlıyor. ■

Kaynaklar

- Wang, X., Zhang, Q., Wang, W., "Design and Application Prospect of China's Tiangong Space Station", *Space: Science & Technology*, Cilt 3, Makale no: 0035, 2023.
- Jones, H. W., "The Recent Large Reduction in Space Launch Cost", 48th International Conference on Environmental Systems, 2018.
- https://www.nasa.gov/leomicrogravitystrategy/
- https://www.nasa.gov/humans-in-space/commercial-space/commercial-space-stations/
- https://www.axiomspace.com/axiom-station
- https://www.sierraspace.com/commercial-space-stations/life-space-habitat/
- https://starlab-space.com/
- https://tua.gov.tr/tr/haberler/tua-ve-axiom-space-turk-uzay-sanayii-ekosistemi-icin-tedarik-zinciri-firsatlarini-arastiracak

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*bteknik@tubitak.gov.tr*

Behram KURŞUNOĞLU

BU FİKRE BİRLEŞİK ALAN TEORİSİ DENİYOR. EVRENDE DÖRT TEMEL KUVVET VAR. KÜTLE ÇEKİMİ, ELEKTROMANYETİZMA, GÜÇLÜ KUVVET VE ZAYIF KUVVET.

KÜTLE ÇEKİMİ; NEWTON VE ÇAĞDAŞLARININ İLK KURAMLARINI ORTAYA KOYDUĞU, EINSTEIN'IN GENEL GÖRELİLİK İLE AÇIKLIĞA KAVUŞTURDUĞU KUVVET.

ELEKTRO-MANYETİZMA HEM ELEKTRİK HEM DE MANYETİK ETKİLEŞİMLERİ İÇERİYOR.

GÜÇLÜ KUVVET İSE ATOM ÇEKİRDEĞİNİN İÇİNDEKİ PARÇACIKLARI BİR ARADA TUTUYOR.

ZAYIF KUVVET İSE RADYOAKTİF BOZUNMALARI GERÇEKLEŞTİRİYOR, PARÇACIKLARI BİRBİRİNE DÖNÜŞTÜRÜYOR. ÖRNEĞİN PROTON VE ELEKTRONUN BİR ARAYA GELEREK NÖTRONU OLUŞTURMASINDA ZAYIF KUVVET ROL ALIYOR.

BU KUVVETLERİN HEPSİ AYRI AYRI FORMÜLE EDİLİYOR. SİZ ŞU AN AYRI OLAN YASALARI TEK BİR KURAMDA BİRLEŞTİRMEYE ÇALIŞIYORSUNUZ. BU MÜMKÜN MÜ?

ESKİDEN ELEKTRİK VE MANYETİZMA DA İKİ FARKLI FİZİKSEL OLGU OLARAK KABUL EDİLİYORDU. SONRA ELEKTROMANYETİZMA OLARAK BİRLEŞTİRİLDİ. NEDEN OLMASIN?

BEHRAM KURŞUNOĞLU, BU TEORİ ÜZERİNE ÇALIŞMALAR YAPTI.

ÇALIŞMA ARKADAŞLARININ AKTARDIĞINA GÖRE, ODASINDA EINSTEIN, BEETHOVEN VE ATATÜRK'ÜN RESİMLERİ ASILIYDI. ONLARDAN İLHAM ALIYORDU.

KURŞUNOĞLU, ÇALIŞTIĞI KURUMDA ÖZEL BİR MERKEZ KURDU. BURADA, DÜNYANIN DÖRT BİR YANINDANGELEN DÖNEMİN EN ÖNEMLİ FİZİKÇİLERİ BULUŞUP TOPLANTILAR YAPIYORDU.

BAKALIM BUGÜN NE KONUŞACAĞIZ?

KUANTUM FİZİĞİNİN KURUCULARINDAN İLERİDE NOBEL BİLİM ÖDÜLÜ'NÜ ALACAK ARAŞTIRMACILARA PEK ÇOK BİLİM İNSANI,KURŞUNOĞLU'NUN TOPLANTILARINDAN İLHAM ALDI.

ERWİN SCHRÖDİNGER VE WERNER HEİSENBERG, BU TOPLANTILARIN ÖNEMLİ ZİYARETÇİLERİ ARASINDAYDI.

BEHRAM KURŞUNOĞLU, TÜRKİYE'DE BİLİMSEL GELİŞİMİN HIZLANMASINA BÜYÜK KATKI SAĞLADI. TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMUNUN KURUCULARI ARASINDA YER ALDI. 1972 YILINDA, TÜBİTAK BİLİM ÖDÜLÜ'NÜ ALDI, ÜNİVERSİTELERDE BİRÇOK KONUŞMA YAPTI.

TEŞEKKÜR EDERİM.

BEN ÇOCUKKEN TÜRKİYE'NİN BİLİM İNSANINA ÇOK İHTİYACI VARDI. MEMLEKETİN KALKINMASINA KATKI SAĞLAMAK İÇİN BU YOLU SEÇTİM.

TÜRKİYE BİLİMDE İYİ BİR SEVİYEYE ULAŞTI. DAHA İYİSİ İÇİN ÇOK ÇALIŞMALIYIZ. BİLİMİN TEKNOLOJİ İLE PARALEL İLERLEMESİ ŞART...

BEHRAM KURŞUNOĞLU (1922 – 2003)

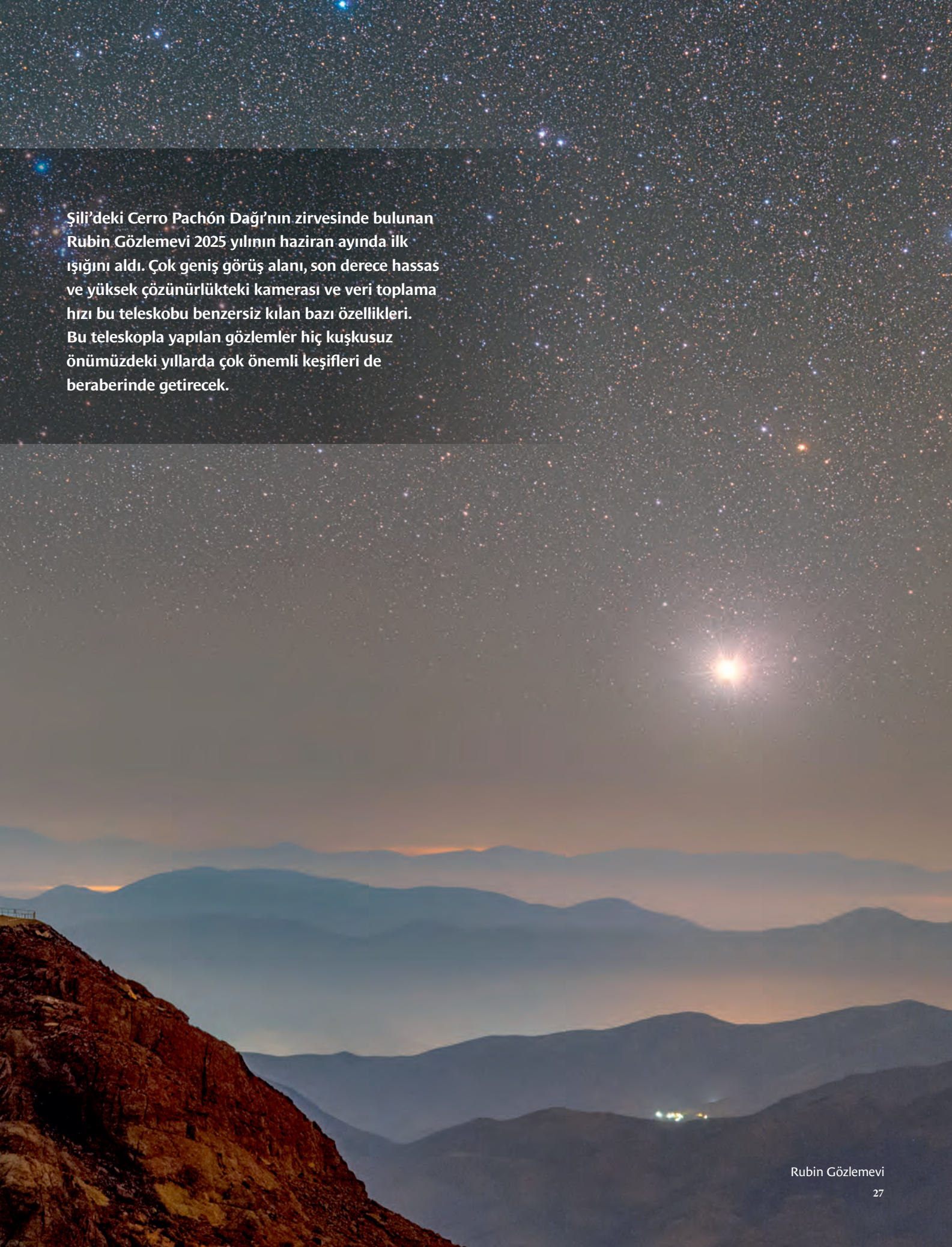
TÜRK FİZİKÇİ. KUANTUM ALAN KURAMI VE BİRLEŞİK ALAN TEORİSİ ÜZERİNE ÇALIŞMALARI İLE TANINIR. KUANTUM FİZİĞİ ÜZERİNE YAZDIĞI KİTAPLAR, BİZZAT KUANTUM KURAMININ KURUCULARI TARAFINDAN TAKDİR VE TAVSİYE EDİLDİ.

GÜNÜMÜZDE BİRLEŞİK ALANLAR KURAMI ÜZERİNE ÇALIŞMALAR HÂLÂ DEVAM EDİYOR.

SON.

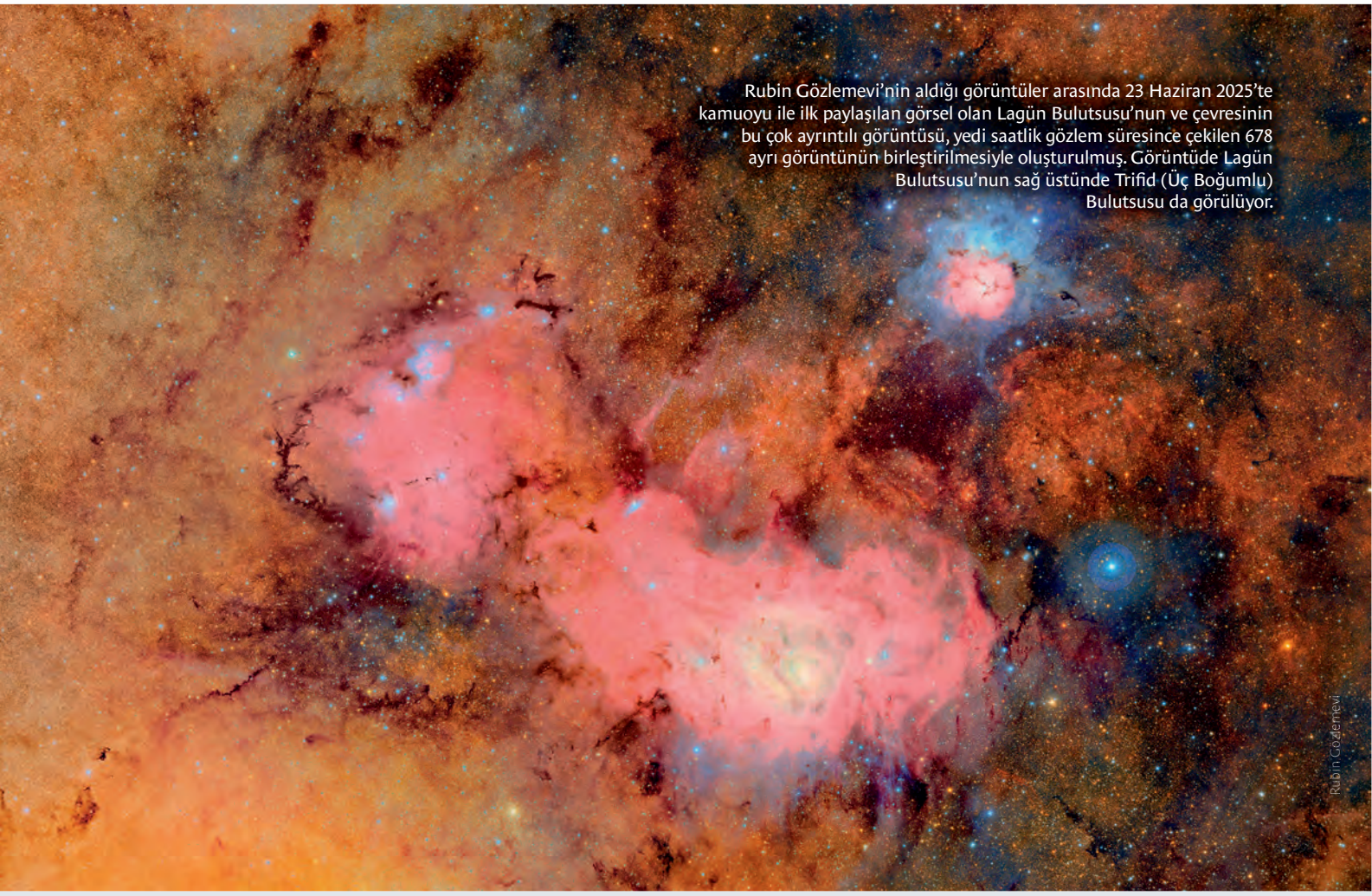
Evrene Açılan Yeni Pencere
Rubin Gözlemevi

Alp Akoğlu [*Fizikçi*



Şili'deki Cerro Pachón Dağı'nın zirvesinde bulunan Rubin Gözlemevi 2025 yılının haziran ayında ilk ışığını aldı. Çok geniş görüş alanı, son derece hassas ve yüksek çözünürlükteki kamerası ve veri toplama hızı bu teleskobu benzersiz kılan bazı özellikleri. Bu teleskopla yapılan gözlemler hiç kuşkusuz önümüzdeki yıllarda çok önemli keşifleri de beraberinde getirecek.

Rubin Gözlemevi



Rubin Gözlemevi'nin aldığı görüntüler arasında 23 Haziran 2025'te kamuoyu ile ilk paylaşılan görsel olan Lagün Bulutsusu'nun ve çevresinin bu çok ayrıntılı görüntüsü, yedi saatlik gözlem süresince çekilen 678 ayrı görüntünün birleştirilmesiyle oluşturulmuş. Görüntüde Lagün Bulutsusu'nun sağ üstünde Trifid (Üç Boğumlu) Bulutsusu da görülüyor.

Rubin Gözlemevi

Rubin Gözlemevi'nde yer alan teleskop 1990'larda tasarlanmaya başlandı. O zamanlar Büyük Sinoptik Tarama Teleskobu (Large Synoptic Survey Telescope) adı verilen teleskobu fikren öne süren bilim insanlarının amacı, doğrudan göremediğimiz ancak gök adalar üzerindeki kütle çekimsel etkilerinden varlığını tahmin ettiğimiz karanlık madde hakkında daha fazla bilgi edinmekti. Bu etkiler, özellikle evrenin büyük ölçekli yapısında kendini gösterdiği için bilim insanları, çok geniş bir görüş alanına sahip, gökyüzünün tamamını sadece birkaç gün içinde tarayabilecek kadar hızlı ve çok sönük cisimleri bile görebilecek bir teleskop öngördü.

Teleskobun tasarımı ilerledikçe bu olağanüstü teleskobun yalnızca karanlık madde değil, astronomi ve astrofizikte sayısız alana katkıda bulunabileceği fark edildi. 2007 yılında teleskopun 8,4 metrelik birincil aynasının üretimine başlandı. Bu ayna, teleskopa gelen ışıkla ilk temas eden yüzey olan birincil ayna ile ikincil aynadan gelen ışığın alan ve detektöre yansıtan optik bileşen olan üçüncül aynanın aynı cam yapı üzerinde birleştirildiği, türünün ilk örneği bir tasarımdı.

Teleskop, 2010 yılında ABD Ulusal Akademileri'nin on yılda bir yayımladığı öncelik raporunda yer tabanlı gök bilim araştırmalarının en önemli projesi seçildi. Bu sayede ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF) ve Enerji Bakanlığı Bilim Ofisinden fon desteği sağlandı. Gözlemevinin inşaatı 2015 yılında başladı. Aynı yıl, California'daki Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı'nda teleskobun en kritik bileşeni olan

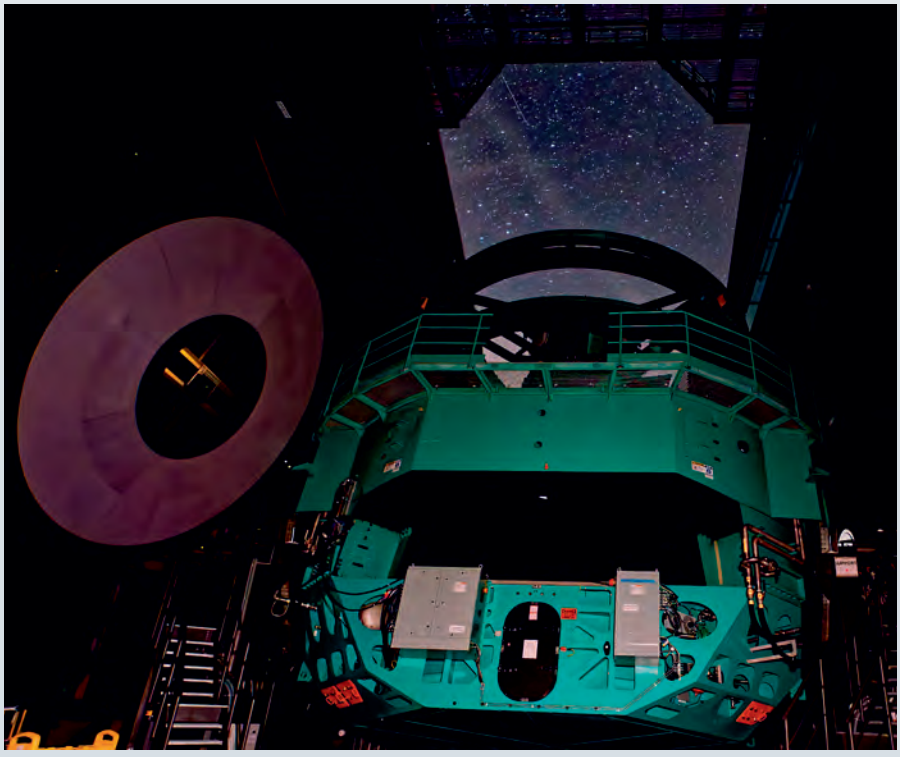
3.200 megapiksellik, günümüzün en yüksek çözünürlüklü kamerasının geliştirilmesine başlandı. 2019 yılında inşa süreci tamamlanmakta olan gözlemevine ABD Kongresi tarafından resmen Vera C. Rubin Gözlemevi adı verildi.

Bu ad, karanlık madde konusundaki çığır açıcı araştırmalarıyla astrofizik alanına büyük katkı sağlayan ABD'li astronom Vera Rubin'in onuruna verildi. Gözlemevinin 10 yıl sürecek kapsamlı tarama projesine de "Uzay ve Zamanın Miras Taraması" anlamına gelen Legacy Survey of Space and Time (LSST) adlandırıldı.

2024 yılında, gözlemevinde yer alan teleskoba Simonyi Tarama Teleskobu adı verildi.

Simonyi Tarama Teleskobu

Simonyi Tarama Teleskobu, Rubin Gözlemevi'nin en önemli bileşenidir. Teleskop, 6 metreden büyük çaplı teleskoplar arasında şimdiye kadarki en geniş görüş alanına sahiptir. Tek bir pozlamada dolunayın gökyüzünde kapladığı alanın yaklaşık 50 katı bir alanı görüntüleyebilir. Bu olağanüstü kapasite, tüm görülebilir gökyüzünün çok kısa sürede taranmasını mümkün kılar. Böylece süpernova patlamaları gibi ani ve beklenmeyen kozmik olaylar hızlıca tespit edilebilir ya da bir asteroidin hareketi takip edilebilir.



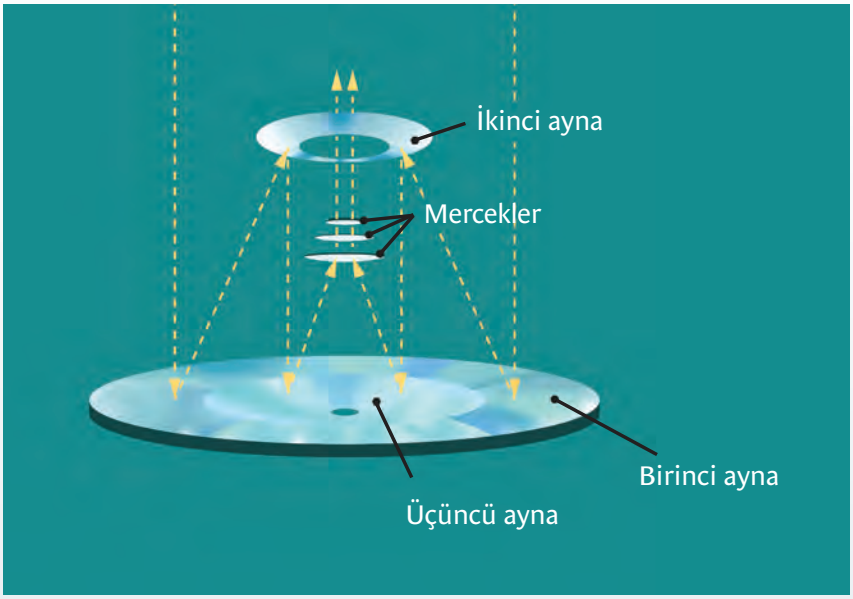
Rubin Gözlemevi

Teleskop, üç aynalı özgün bir optik tasarıma sahip. En dikkat çekici özelliği, farklı eğriliklere sahip 8,4 metre çaplı birincil ve 5 metre çaplı üçüncül aynaların tek bir cam yapı üzerinde birleştirilmiş olmasıdır. Buna ek olarak 3,5 metrelik dışbükey ikincil ayna, birincil ve üçüncül aynanın karşısına yerleştirilmiştir. İkincil aynanın merkezinde LSST kamerasının yerleştiği açıklık bulunur.

Bu yenilikçi optik düzenleme, Rubin'in hem ışık toplama yeteneğini artırır hem de teleskobun gövde boyutunu önemli ölçüde küçültür. Böylece teleskop, birkaç gece içinde tüm görülebilir gökyüzünü tarayabilecek kadar hızlı çalışabilir.

LSST kamerası, Rubin Gözlemevi'ndeki Simonyi Tarama Teleskobu'na monte edilmiş 3.200 megapiksellik bir dijital kamera. Yaklaşık bir otomobil büyüklüğünde olan bu kamera, dünyanın en büyük dijital kamerasıdır ve kütlesi yaklaşık 2.800 kg'dır.

Kameranın en dikkat çekici özelliği ise olağanüstü çözünürlüğü. Tam çözünürlükte elde edilen bir görüntüyü ekranda gösterebilmek için tam 400 adet ultra yüksek çözünürlüklü televizyon ekranı gerekiyor. Teleskop sistemi öyle hassas bir yapıda tasarlanmış ki LSST kamerası, çıplak gözle görülebilenden 100 milyon kat daha sönük cisimleri bile algılayabilecek.



Rubin Gözlemevi

Rubin Gözlemevi'ndeki Simonyi Tarama Teleskobu özgün bir optik tasarıma sahip. Gök cisimlerinden gelen ışık birincil aynadan yansıdıktan sonra sırasıyla ikincil aynadan ve birinci aynanın ortasındaki üçüncül aynadan yansıyıp merceklerden geçtikten sonra görüntüleyici kameraya ulaşıyor.

Rubin Gözlemevi ve onun ana görevi olan Uzay ve Zamanın Miras Taraması'nın (LSST), evreni keşfetme biçimimizi kökten değiştireceği düşünülüyor. Rubin 10 yıl boyunca gökyüzünü zaman atlamalı olarak tekrar tekrar tarayarak evrenin yüksek çözünürlüklü ve geniş açılı bir kaydını oluşturacak. Ortaya çıkacak veri seti, görünür dalga boyunda yapılan gözlemlere dayanan optik astronomi alanında şimdiye kadar bir araya getirilmiş en büyük veri havuzu olacak. Rubin Gözlemevi'nin verilerini kullanan bilim insanları, aralarında yıldız, gök ada ve Güneş sistemi nesnelerinin yer aldığı ve her biri 800'den fazla kez gözlemlenmiş yaklaşık 40 milyar gök cisminden oluşan devasa bir veri kümesine erişebilecek.

Dr. Vera C. Rubin, evreni anlama biçimimizi kökten değiştiren çalışmalarıyla tanınan öncü bir gök bilimciydi. 1928 yılında doğan Rubin, küçük yaşlarda geceleyin gökyüzüne karşı derin bir ilgi duyuyordu. Çocukken yatak odasının penceresinden gökyüzünü izlemek için geç saatlere kadar uyanık kalıyordu. Hatta babasıyla birlikte kendi teleskobunu yapmıştı. Bu erken yaşlarda ortaya çıkan ilgi, zamanla onu gök bilimine adanmış bir yaşama yönlendirdi.

Rubin'in bilime en önemli katkısı karanlık madde üzerine yaptığı çığır açıcı çalışmalardı (Karanlık maddeye "karanlık" denir çünkü ışık yaymaz hatta tam olarak neyden oluştuğunu hâlâ bilmiyoruz.). 1970'li yıllarda, çalışma arkadaşı Kent Ford ile birlikte gök adaların dönme hızlarını incelediler. Yaptıkları gözlemler, gök adaların dış kısımlarındaki yıldızların, merkeze yakın olanlarla aynı hızda döndüğünü ortaya koydu. Oysa merkez bölgelerinin dış bölgelerden hızlı dönmesi beklenirdi. Bu durum, yalnızca görebildiğimiz maddeyle açıklanamazdı. Sonuç olarak evrendeki maddenin büyük bölümünün yalnızca kütle çekim etkisiyle fark edebildiğimiz ışıkla etkileşmediği için doğrudan gözlemlenemeyen bir maddeden yani karanlık maddeden oluştuğu anlaşıldı. Rubin, karanlık maddenin varlığına dair ilk güçlü kanıtları sunarak astrofiziğin tamamen yeni bir alt dalının doğmasına öncülük etti.

Önemli çalışmaları ve büyük keşfine karşın Rubin, o dönemde çoğunluğu erkeklerden oluşan bilim dünyasında pek çok zorlukla karşılaştı. Eğitim ve meslek hayatında çoğu zaman sınıfındaki ya da iş yerindeki tek kadın oydu. Saygın lisansüstü programlara yaptığı başvurular reddedilebiliyordu. Ancak Rubin'in gökyüzüne duyduğu merak ve tutku tüm engelleri aşmasını sağladı.

Rubin, kariyeri boyunca yalnızca bilimsel başarılarıyla değil aynı zamanda bilimde toplumsal eşitlik için verdiği mücadeleyle de öne çıktı. Kadın gök bilimcilere rehberlik etmeye, onları cesaretlendirmeye ve karşılaştıkları engelleri aşmalarına yardımcı olmaya büyük özen gösterdi. Bu yönüyle de bilime katkısı yalnızca keşifleriyle sınırlı kalmadı, bilim dünyasında kadınların daha görünür ve etkin olmasının yolunu açtı.

Başak Gök Ada Kümesi'nin iki sarmal üyesi (solda NGC 4301, sağda Messier 61).
Rubin Gözlemevi, gözlemler sırasında çekim alanından hızla geçen çok sayıda asteroidi yakalamış.
Bu asteroidler, görüntüde üç renkli izler şeklinde görülüyor.

Rubin Gözlemevi

Işığın farklı dalga boyları, evrende gerçekleşen fiziksel süreçler hakkında farklı türde bilgiler taşır. Bilim insanları, gök cisimlerinden hangi bilgiyi edinmek istiyorlarsa ona uygun dalga boyundaki ışığı yakalamak için çeşitli filtreler kullanır. Rubin Gözlemevi'nin LSST kamerası, 320 ile 1.050 nanometre arasındaki dalga boylarına duyarlı. Gökyüzünü görüntülerken LSST kamerası, altı farklı filtreden birini kullanacak. Bu filtreler yardımıyla yüksek enerjili morötesinden insan gözünün algılayabildiği görünür ışığa ve yakın kızılötesi bölgeye kadar değişen farklı dalga boylarında veri toplayacak. Her filtre, evrendeki farklı yapıları ve süreçleri incelemek için farklı bilgiler sağlayacak. Örneğin morötesi filtresiyle genç ve sıcak mavi yıldızlardan gelen morötesi dalga boyundaki ışık gözlemlenirken kızılötesi filtreleriyle çok uzak ve sönük kırmızı gök adalar gibi kızılötesi dalga boyunda ışık yayan cisimler incelenebilir.

Bugün görebildiğimiz gök adalar, yıldızlar, gezegenler ve diğer gök cisimleri evrenin yalnızca %5'ini oluşturuyor. Geriye kalan %95'lik bölümüyse %68'i karanlık enerji, %27'siyse karanlık madde olmak üzere doğrudan gözlemleyemediğimiz bileşenlerden meydana geliyor.

Rubin Gözlemevi'nin geniş görüş alanının yanı sıra uzak ve sönük cisimleri algılama yeteneği, bilim insanlarının karanlık madde ve karanlık enerjinin doğasını hem büyük ölçeklerde hem de daha küçük yapılar üzerinde çeşitli yöntemlerle incelemesini sağlayacak. Karanlık madde dâhil olmak üzere maddenin evrene nasıl dağıldığı ve bu dağılımın zamanla nasıl değiştiği, gök adaların oluşumu ve gelişimindeki rolü araştırılacak.

Gök adamızda milyarlarca yıldız sistemi var. Bunlardan yalnızca bir tanesini, Güneş sistemini ayrıntılarıyla inceleyebiliyoruz. Güneş sisteminde şu ana kadar yaklaşık bir milyon asteroit ve kuyruklu yıldız keşfedilmiş olsa da milyonlarcasının daha bulunduğu düşünülüyor. Ancak küçük, uzak ve çoğunlukla koyu renkli yüzeylere sahip bu cisimleri tespit etmek kolay değil.

Rubin Gözlemevi'nin derin ve geniş kapsamlı taramaları ile Güneş sisteminde bugün bildiklerimizin dört katı kadar gök cisminin ortaya çıkarılabileceği tahmin ediliyor. Gelişmiş yazılımlar sayesinde

Başak Gök Ada Kümesi'nin bir bölümünü kapsayan bu görselde iki belirgin sarmal gök ada, birleşmekte olan üç gök ada, hem yakın hem de uzak gök ada grupları ve gök adamız içindeki yıldızlar görülüyor.

bilim insanları, milyonlarca gök cisminin yörüngelerini, boyutlarını, bileşimlerini ve diğer fiziksel özelliklerini zaman içinde haritalayabilecek. Rubin, bu cisimlerin pek çoğunu farklı dalga boylarında yüzlerce kez gözlemleyerek gök cisimlerinin fiziksel özellikleri ile ilgili bilgileri de sağlayacak. Bu tür bilgiler, söz konusu gök cisimlerinin ne tür maddelerden oluştuğunu anlamak için önemli. Bu veriler Güneş sisteminin bugünkü hâline nasıl geldiğini anlamamıza yardımcı olacak.

Gök adamız Samanyolu, evrendeki gök ada oluşumu ve gelişimini genel olarak incelemek için iyi bir gözlem laboratuvarı. Rubin Gözlemevi'nin 10 yıl boyunca toplayacağı veriler, gök adamızdaki yıldızları şimdiye kadar mümkün olmayan bir ayrıntıda kataloglamamıza olanak sağlayacak. Bu verilerle bilim insanları, önceki gökyüzü taramalarına kıyasla gök adamızın çok daha kapsamlı bir haritasını oluşturabilecek.Bu harita, milyarlarca yıldızın renklerini ve parlaklıklarını ayrıntılı biçimde belgeleyerek gök adamız hakkında benzersiz bir kaynak oluşturacak.

Gök adamızdaki ve onun uydu gök adalarındaki yıldızların ayrıntılı biçimde kataloglanması, gök adamızın nasıl oluştuğu ve zamanla gelişerek nasıl bir değişime uğradığının anlaşılmasına da ışık tutacak. Bu sayede diğer gök adaların da evrenin tarihi boyunca nasıl geliştiğine dair yeni ipuçları elde edeceğiz. Rubin'in geniş alan taraması ve yüksek ayrıntı kapasitesi, gök adamızın geçmişte başka gök adalarla birleşmesinden arta kalan yapıların ilk kez gözlemlenmesine imkân verebilir.

Rubin Gözlemevi'nin tüm gökyüzünü sürekli olarak taraması sayesinde asteroitler, kuyruklu yıldızlar gibi hareketli cisimleri ve ayrıca süpernova patlamaları gibi önceden tahmin edilemeyen ve ani gelişen

kozmik olayları izleyebileceğiz. Çekilen görüntüler önceki gözlemlerden oluşturulan bir şablonla karşılaştırılarak oluşan değişimler neredeyse gerçek zamanlı olarak saptanabilecek. Bu sayede bilim insanları hem nadir ve olağan dışı kozmik olayları keşfetme şansı yakalayacak hem de süregelen değişimlerle ilgili yeni bilgiler edinebilecek.

Gökyüzünün her bölgesi, 10 yıllık görev süresi boyunca yaklaşık 800 kez görüntülenecek. Bu tekrar eden ölçümler sayesinde hem kısa hem de uzun süreli değişimler ortaya konabilecek.

Rubin Gözlemevi tüm araştırmacıların kullanımına açık olacak. Gözlemevi belirli gök cisimlerine odaklanmak yerine tüm gökyüzünü genel amaçlı olarak tarayacak. Teleskopla her gece önceden planlanmış bir program doğrultusunda gökyüzü, sistemli biçimde görüntülenecek. Gözlemevi çalışma süresinin yaklaşık %90'ı, 10 yıllık Uzay ve Zamanın Miras Taraması (LSST) projesi için ayrılacak. Kalan sürenin büyük kısmı, daha dar kapsamlı ve özel hedeflere yönelik projelere tahsis edilecek. Yaklaşık %3'lük bir zaman dilimi ise süpernovalar, gama ışını patlamaları ya da Dünya'ya yaklaşan asteroidler gibi olağanüstü kozmik olayların ardından hemen gerçekleştirilmesi gereken gözlemlere ayrılacak.

Bilim insanları Rubin Gözlemevi verilerine Rubin Bilim Platformu adlı çevrim içi bir portal üzerinden erişebilecek. Toplanan veriler, iki yıl boyunca yalnızca ABD ve Şili'deki araştırmacılar ile ABD Ulusal Bilim Vakfı, Enerji Bakanlığı veya bu kurumlarla iş birliği hâlindeki uluslararası paydaşlar tarafından kullanılabilecek. Bu iki yıllık özel erişim süresinin ardından tüm veriler dileyen herkesin erişimine açık hâle gelecek.

Rubin gökyüzünü tararken görüntüler otomatik olarak işlenecek ve parlaklığı ya da konumu değişmiş gök cisimleri (süpernovalar ve asteroitler gibi) tespit edilecek. Bu tür beklenmedik gözlemler özel bir uyarı akışı aracılığıyla anında herkese açık hâle getirilecek. Böylece bilim insanları başka teleskoplarla hızlı takip gözlemleri yapabilecek.

Bilime ilgi duyan meraklılar (vatandaş bilimciler) de Rubin Gözlemevi verileriyle keşifler yapma fırsatına sahip olacak. Rubin ekibi, gönüllülerin bilimsel araştırmalara veri sınıflandırma ve analiz yaparak katkı sağladığı dünyanın en büyük vatandaş bilimi platformu olan Zooniverse (https://www.zooniverse.org) ile ortaklık kurarak araştırmacıların toplumun katılımına açık projeler geliştirmesini sağlıyor. Bu sayede gökyüzü meraklılarının da keşiflere doğrudan katkı sunabileceği pek çok fırsat olacak.

Bilim insanları Rubin Gözlemevi sayesinde evren hakkında bugüne dek erişilebilmiş en kapsamlı veri setiyle çalışacak. Tüm araştırmacılar önümüzdeki yıllarda gerçekleşebilecek beklenmedik sürprizlere açık ve heyecanlı. Rubin'in daha önce hiçbir gözlemevinde olmayan yetenekleri, öngörülemeyen keşiflere kapı aralayacak ve henüz sormayı akıl edemediğimiz soruları ortaya çıkararak evreni ve içindeki yerimizi daha iyi anlamamıza yardımcı olacak. ■

Kaynaklar

https://rubinobservatory.org/
https://www.lsst.org/
https://www.scientificamerican.com/article/blockbuster-new-vera-rubin-observatory-will-change-astronomy-forever/
https://www.scientificamerican.com/article/rubin-observatorys-first-images-just-unveiled-the-universe-as-weve-never/

Formula 1 Araçlarının Kalbi

Güç Üniteleri ve Lastikler

Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*

da-kuk / iStock

David Madison / GettyImages

Formula 1, hızın ötesinde bir dünya. Her saniye, her vida, her karar yarışların sonucunu etkileyebiliyor. Bu spor, bilim ve mühendisliğin sınırlarının test edildiği bir sahne. Yani Formula 1 sadece otomobil yarışı değil aynı zamanda uygulamalı bir bilim yarışı. Riskler devasa, hata payı ise yok denecek kadar az. İşte bu yüzden Formula 1, saatte 370 kilometreye ulaşan hızlarda mükemmelliği arayan eşsiz bir gösteri, âdeta bir hız senfonisi!

Bu yazıda, Formula 1 araçlarının güç ünitelerini, gücü yere aktaran lastikleri ve lastiklerin değişimini yapan pit stop ekiplerini inceleyeceğiz.

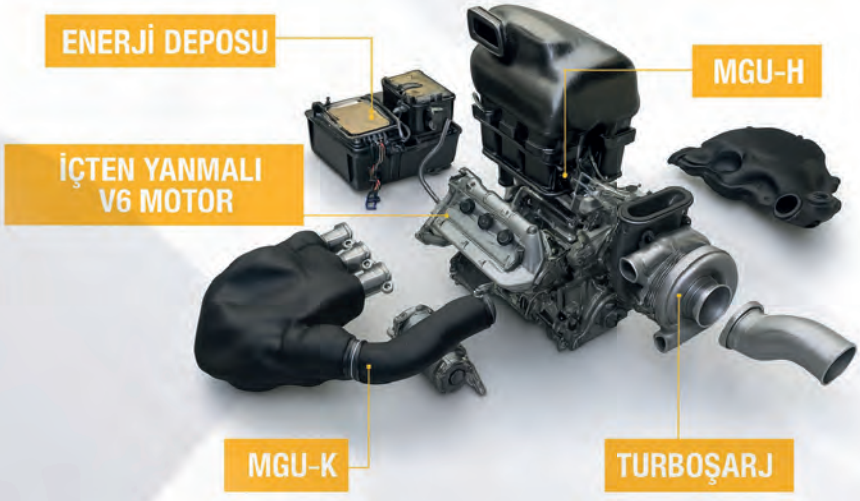
Formula 1 araçlarının en hayati bileşeni, son derece gelişmiş ve karmaşık sistemler olan güç üniteleridir. 2014'ten bu yana Formula 1'de 1,6 litre hacminde, altı silindirli (V6), turbo şarjlı hibrit motorlar kullanılıyor. Güç üniteleri ise içten yanmalı motorun gücünü elektrik destekli sistemlerle birleştirerek yaklaşık toplamda 1.000 beygir güç üretebiliyor. Formula 1'deki modern güç üniteleri sayesinde içten yanmalı motorların termal verimliliği %50'nin üzerindedir yani yakıttan elde edilen ısı enerjisinin yarısından fazlası hareket enerjisine dönüşür. Formula 1'de 2013'e dek kullanılan sekiz silindirli atmosferik motorların verimi en fazla %29 civarındaydı. Hibrit teknolojisine geçilmesiyle motorlar %20 daha fazla güç üretir hâle geldi, aynı zamanda %10 daha az karbondioksit salımına neden oldu. Bu verimlilik artışının sonucu olarak 2013'te bir yarışta yaklaşık 150 kg yakıt tüketilirken 2014'ten sonra araçların bir yarışta tüketebileceği maksimum yakıt miktarı 100 kg ile sınırlandırıldı. Üstelik hibrit sistemler nedeniyle araçların kütlesi artmasına ve daha hızlı olmalarına rağmen.

Günümüzde Formula 1 araçlarında kullanılan güç üniteleri, birden fazla bileşenin entegre çalıştığı sistemlerdir. İçten yanmalı ana motor, tek başına yaklaşık 700 beygir güç üretir. Ana motora bağlı olan turbo şarj cihazı, egzoz gazlarının enerjisiyle dönüp emme havasını (içten yanmalı motorlarda yakıtın yanması için dış ortamdan çekilen hava) sıkıştırarak motorun daha fazla güç üretmesini sağlar. Ancak Formula 1 motorlarının temel farklı, Enerji Geri Kazanım Sistemi (ERS) adı verilen hibrit sistemlerdir. Bu sistem, iki ana motor-jeneratör ünitesi içerir: Hareket enerjisini elektriğe dönüştüren MGU-K (kinetik-motor jeneratör ünitesi) ve atık ısı enerjisini elektriğe dönüştüren MGU-H (ısı-motor jeneratör ünitesi).

MGU-K ünitesi, frenleme sırasında tekerleklerin kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür. Bataryada depolanan bu enerji, gerektiğinde krank miline güç vermekte kullanılır. Kurallar gereği MGU-K ünitesinin üretebileceği maksimum güç 120 kW ile sınırlandırılır. Böylece bir turda yaklaşık 33 saniye boyunca yaklaşık 160 beygir ek güç sağlayabilir. MGU-H ünitesi ise turbo şarj cihazı ile entegre şekilde çalışır. Egzoz gazlarının enerjisini elektrik enerjisine çevirir veya gerektiğinde bu enerjiyi kullanarak turbo şarjı döndürür. Kurallar gereği MGU-H ünitesi için belirlenen bir güç sınırı bulunmaz. Bu sayede motorun tepki verme süresindeki gecikmeyi yani turbo gecikmesini sıfıra indirir. Motor düşük devirlerde hareket ederken MGU-H ünitesi turbo şarj cihazını döndürerek turbo gecikmesini azaltır, yüksek devirlerde ise turbo şarjın fazla enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür yani enerjinin geri kazanılmasını sağlar. MGU-H ünitesinin ürettiği elektrik, bataryada depolanabilir veya MGU-K ünitesine aktarılabilir.

Bu karmaşık hibrit sistem, araçtaki elektronik kontrol ünitesi tarafından yönetilir. Pilotlar, direksiyonlarındaki ayarlarla enerji kullanım modlarını değiştirebilir. Örneğin motor-jeneratör ünitelerinin frenleme esnasında ne kadar enerji geri kazanılacağını veya düzlüklerde bataryada depolanan elektrik enerjisinin ne kadarının ek güç sağlamada kullanılacağını ayarlayabilirler. Örneğin bir pilot "yüksek dağıtım" moduna geçerek bataryada depolanan elektrik enerjisini maksimum düzeyde motora aktarabilir veya enerji tasarrufu moduna geçerek enerji geri kazanımını artırır ve ileride atak yapabilmek için bataryalarında elektrik enerjisi depolayabilir.

Modern MGU-K jeneratör motor ünitesi



Formula 1'de 2022'de yakıtların %10'unun biyoyakıt içermesi (E10) zorunluluğu getirildi. 2026'da ise tamamen sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen yakıt kullanımına geçilmesi planlanıyor. 2026'de uygulamaya girecek motor kurallarındaki değişiklikle, MGU-H ünitesinin kullanımına son verilip MGU-K ünitesinin gücü yaklaşık iki katına çıkarılarak toplam aracın toplam gücünün %50'sinin elektrik enerjisinden elde edilmesi sağlanacak. Şu an Formula E gibi tamamen elektrikli motor sporları şampiyonaları zaten mevcut olduğundan Formula 1'de hem içten yanmalı motor hem de elektrik motorundan elde edilen gücünün bir arada kullanıldığı hibrit sistem kullanılmaya devam edilecek. Son dönemde güç ünitelerinin dayanıklılığı da arttı. Bir sezon boyunca en fazla 3 adet motor ve sınırlı sayıda hibrit sistem bileşeni kullanma kuralı, mühendisleri hem güçlü hem dayanıklı motorlar tasarlamaya zorladı.

Formula 1 motorlarının sağladığı devasa miktarda gücün aracın hareket enerjisine dönüştürülmesinde lastikler anahtar öneme sahiptir. Araçlarda ileri motor teknolojileri sayesinde üretilen güç, dört lastiğin pistle temas eden yüzeyleri boyunca aktarılır. Mühendisler ve pilotlar, lastiklerin aşınma hızını, maksimum performans gösterdiği ideal çalışma sıcaklığını ve pist koşullarında nasıl tepki vereceğini belirlemek için sürekli çalışır. Bu nedenle doğru lastik seçimi, hangi lastik bileşiminin ne zaman ve nasıl kullanılacağı yarışın sonucunu belirleyebilir.

2011'den beri Formula 1 lastiklerinin tek tedarikçisi olan Pirelli, farklı bileşimlere sahip lastikler üretir. Formula 1'de kuru ve ıslak olmak üzere farklı iki zemin koşuluna uygun lastik grubu kullanılır. Kuru zemin lastikleri düz yani yüzeyinde oluk bulunmayan lastiklerdir. Islak zemin lastikleri ise yoğun yağmurun olmadığı pist koşullarında kullanılan geçiş lastiği ve yağmur şiddetini artırdığında kullanılan yağmur lastiklerden oluşur. Formula 1'de 2023 itibarıyla kuru zemin lastiklerinde C0 en sert ve C5 en yumuşak olmak üzere altı farklı hamur bileşimi kullanılıyor. Pirelli, her yarış için bu bileşimlerden üçünü seçer ve yumuşak, orta ve sert seçeneklerini takımlara sunar.

Yanak kısmında kırmızı şerit bulunan yumuşak lastikler en yüksek tutuşunu sağlar. Ancak çok kısa sürede aşındığı için ömrü en kısa olan lastik türüdür. Beyaz yanaklı sert lastik daha uzun dayanır ama daha az yol tutuşu sağlar. Sarı yanaklı orta sert lastik ise sert ve yumuşak lastikler arasında yol tutuş ve dayanıklılık açısında dengeli bir seçenek sunar. Kurallar gereği kuru zeminde yarışan takımlar yarış boyunca en az iki farklı sertlikte lastik kullanmak zorundadır. Bu da takımların yarış boyunca uyguladıkları stratejileri etkiler.

Bir Formula 1 lastiğinin yol tutuşu, fizikteki sürtünme ve tutunma prensiplerine dayanır. Lastik ısındığında, hamurun yapısında bulunan kauçuk asfalttaki mikro pürüzlere daha etkili şekilde temas eder. Lastiğin piste daha fazla tutunmasına neden olan bu durum sürtünme kuvvetini arttırır. Formula 1'de lastiklerin ideal çalışma sıcaklığı 90-110 °C arasındadır. Bu sıcaklık aralığında lastik en yüksek tutunma sağlar. Lastiklerin sıcaklığı bu değerin altındaysa hamur sertleşir ve lastiğin kaymasına neden olur. Bu durumda lastik yüzeyinde küçük yırtılmalar oluşabilir. Lastikler çok ısındığında kauçuk çok yumuşar ve lastik ile pist arasında kaygan bir katman oluşmasına neden olur. Yol tutuşun kaybedilmesine neden olan bu durum, lastiklerde kabarcık oluşmasına ve buna bağlı olarak lastikte aşırı ısınma kaynaklı hasar oluşmasına yol açar. Bu nedenle takımlar, fren sıcaklıklarından aerodinamik hava yönlendirmelerine kadar pek çok unsuru kontrol ederek lastiklerini doğru sıcaklıkta tutmaya çalışır. Ayrıca start sırasında lastik performansını arttırmak için yarıştan önce lastikleri 70 °C'ye kadar ısıtabilen ısıtıcı battaniyeler kullanılır.

Lastik basıncı da önemli bir değişkendir. Düşük basınç, lastiklerin piste temas ettiği yüzey alanını artırıp mekanik tutuşu yükseltir. Lastik basıncının çok düşük olması ise lastiğin yapısal bütünlüğünü riske atabilir veya aşırı ısınmaya yol açabilir. Bu nedenle Uluslararası Otomobil Federasyonu (FIA) lastik basınç sınırlarını belirler. Özellikle 2021'de yüksek hızlarda yaşanan lastik patlamalarından sonra bu denetimler sıkılaştırıldı.

Yumuşak hamurlu lastikler, sağladığı yüksek yol tutuşu ile daha hızlı sürüşe imkân sunsa da çabuk aşınır. Genelde sıralama turları veya sprint yarışı denilen 20 turluk mini yarışlar için uygundur. Sert hamur ise dayanıklıdır ancak tur sürelerinin uzamasına neden olur. Yarışların uzun bölümlerinde tercih edilir. Takımlar en hızlı stratejiyi belirlemek için yarışın farklı bölümlerinde farklı hamur sertliğine sahip lastikler kullanır. Örneğin yarış sırasında iki pit stop yapan bir takım, yarışın başında yumuşak lastiklerle öne geçip daha sonra sert lastiklerle uzun süre giderek mevcut pozisyonunu korumayı tercih edebilir. Bir başka takım ise tek pit stop yaparak pit stop süresinden kazandığı zamanı orta ve sert lastiklerin neden olduğu zaman kaybıyla dengelemeye çalışabilir. Bu kararlar pist yüzeyinin lastikleri aşındırma

Kullanılmış bir Formula 1 lastiği kısa sürede hayli yıpranır.

durumuna, hava sıcaklığına ve aracın lastikleri aşındırma karakterine göre şekillenir.

2022 sezonunda lastiklerin jant çapı 13 inçten 18 ince çıkarıldı. Bu büyük değişiklikten sonra lastik yanakları inceldi. Dolayısıyla araçların süspansiyon karakteristiği değişti. Geçmişte kullanılan geniş yanaklı lastikler, süspansiyonun bir parçası gibi davranıyor ve esneyerek aracı zıplama davranışının yumuşatılmasına yardımcı oluyordu. Günümüzde kullanılan dar yanaklı yeni lastikler ise daha az esneme sağlıyor. Bu nedenle 2022'de takımlar mekanik süspansiyon ayarlarını lastiklere göre yenilemek zorunda kaldı. 18 inç lastikler, yanaklarının neden olduğu esnemenin azalması nedeniyle pilotların direksiyon hareketlerine daha hızlı tepki verir. Ayrıca büyük jantlarda fren disklerini çevreleyen boşluklar daha geniştir. Bu durum fren soğutma dinamiklerini de değiştirir. Bu nedenle 2009'da 18 inç lastikler kullanılmaya başlandıktan sonra Formula 1'de jant kapakları tekrar kullanılmaya başlandı. Bu kapaklar, havanın tekerlek üzerinde oluşturduğu türbülansı azaltıp arkadaki araca olan etkisini de sınırlandırıyor.

Lastiklerin performansı pistten piste de değişir. Asfaltın pürüzlülüğü, yeni mi eski mi olduğu, hava ve pist sıcaklıkları lastik aşınma karakteristiği üzerinde büyük rol oynar. Örneğin Silverstone gibi pürüzlü yüzeye sahip pistler lastiklerin çok hızlı aşınmasına neden olur. 2023 Katar Grand Prix'inde yaşandığı gibi aşırı sıcak hava koşullarında ve hızlı virajlara sahip pistlerde yarış boyunca lastiklere binen yük o kadar yükselir ki FIA güvenlik gerekçesiyle pilotların bir lastik setiyle pistte en fazla kaç tur atacağını belirleyen bir sınır getirebilir. İstanbul Park'ta düzenlenen 2020 Türkiye Grand Prix'inde ise asfalt yakın zamanda yenilendiğinden lastikler piste yeterince tutunamamış ve yarış hafta sonu boyunca lastikler uygun sıcaklığa çıkamadığı için araçlar normalden 5-10 saniye yavaş turlar atmak zorunda kalmıştı. Tabi bu beklenmeyen durum yarış zevkini son derece arturmıştı. Bu örnekler lastik-performans ilişkisinde pist yüzeyinin bile ne kadar kritik olabileceğini gösteriyor.

Formula 1 lastikleri yağmurda ise tamamen farklı özelliklere sahiptir. Yeşil yanaklı geçiş lastikleri, pistin ıslak ancak yüzeyinde çok fazla su birikintisi olmadığı koşullar için uygundur. Yüzeyindeki oluklar sayesinde lastik ile pist arasında kalan suyun bir kısmını tahliye ederek lastiklerin yüzeye daha iyi tutunmasını sağlar. Mavi yanaklı yağmur lastikleri ise şiddetli yağmurda kullanılır. Yüzeydeki olukların derinliği daha yüksek olan bu lastikler saniyede yaklaşık 85 litre su tahliye edebilir. Ancak bu lastikler kuru zeminde yapısal olarak hızla deforme olduğundan sadece uygun zemin koşullarında kullanılır. Islak zemin lastikleri, kuru zemine göre daha yumuşak hamura sahiptir. Çünkü çalışma sıcaklıkları daha düşük tutulur.

Bir Formula 1 yarışının heyecan verici anlarından biri de pit stoplardır. Pit stop sırasında 20 kişinin katkısıyla saniyeler

Bijon tabancası

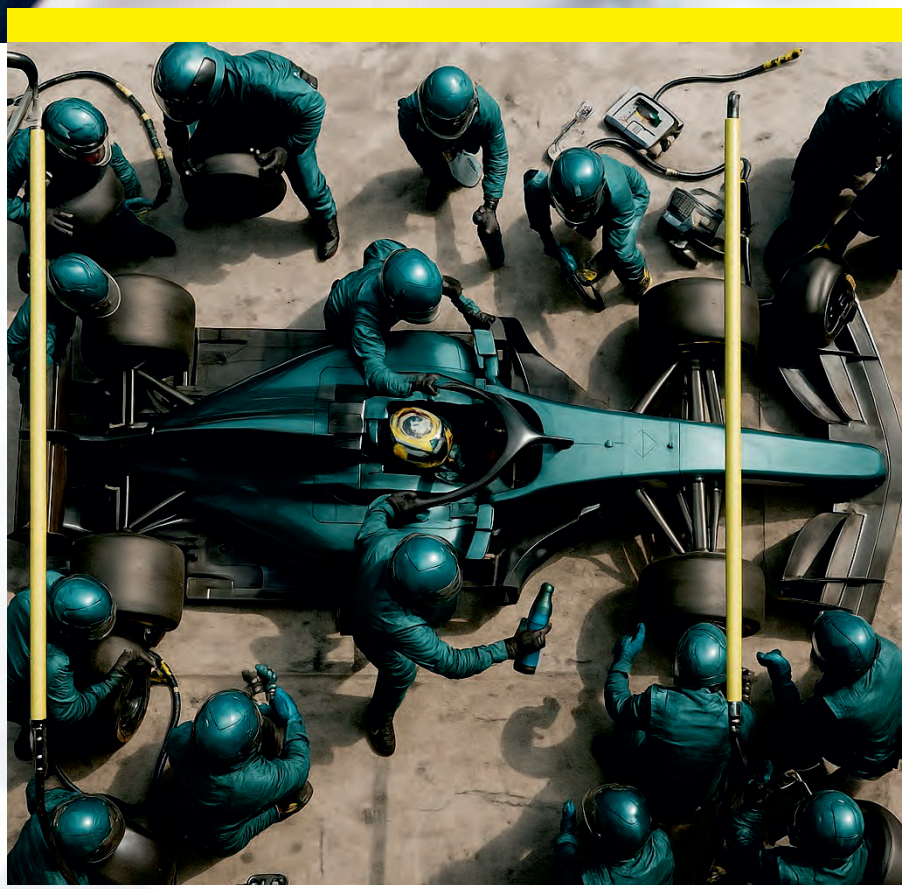
içinde araçların lastikleri değiştirilir ve küçük ayar değişikleri yapılır. Sorunsuz tamamlanan pit stoplar pilotların yarışı kazanmasına yardımcı olabilir. Yaşanan çok ufak bir aksaklık ise yarışın sonucunu etkileyebilir. Pit stop sırasında lastik değişimi başta olmak üzere gerekli işlemler, saniyeler içinde gerçekleştirilir. Günümüzde pit stoplar sırasında aracını dört lastiği 2 saniyeden kısa sürede değiştirilebiliyor. Rekor, 2023 Katar Grand Prix'inde McLaren ekibin 1,80 saniyede tamamladığı pit stoptur. Bu olağanüstü hız, pit ekibinin uyumlu çalışmasının ve öncesinde yapılan antrenmanların sonucudur. Yaklaşık 20 kişiden oluşan pit stop ekiplerinde herkesin belirli bir görevi vardır.

Bir pit stop ekibinde her tekerlek için 3 kişi bulunur: Bir "tabanca" mekanikeri (pnömatik somun tabancasını kullanır), bir çıkarıcı (eski lastiği çeker) ve bir takıcı (yeni lastiği yerine oturtur). Böylece dört tekerlek için 12 kişi lastik değişimine odaklanır. Aracı havaya kaldırmak için ön ve arka kaldırıcı (jack) mekanikleri vardır. Bu kişiler ağır hidrolik krikolarla aracı milisaniyeler içinde kaldırıp indirebilir. Hatta ön ve arka için birer yedek kaldırıcı kenarda bekler. Çift pit stop (arka arkaya iki araç) sırasında veya bir aksilik hâlinde devreye girerler. Aracın havada dengede kalması için iki destek mekanikeri aracın yanında durup aracı sabitler. Fırsat olursa bu esnada radyatör girişlerindeki döküntüleri temizler veya pilotun vizörünü silerler. Ön kanat ayarı gerekiyorsa ön kanadın iki yanında bekleyen iki mekaniker kanat üzerindeki küçük ayar vidaları ile kanat açısını istenen tura göre değiştirir. Tüm bu ekip senkronize çalışırken bir kişi de pit stop "trafik kontrolü"nden sorumludur. Genelde pit duvarındaki bir yarış mühendisi veya pit stop şefi, gelen/verilen zamanlara ve pit şeridindeki diğer araçlara bakarak aracı ne zaman bırakacaklarına karar verir. Artık lolipop tabelası yerine ışık sistemi kullanıldığından bu sorumlu kişi, her şey tamamlandığında yeşil ışığı yakarak pilota yol verir. Ayrıca bir ikinci kontrol gözetmeni daha vardır. O da herhangi bir lastik tam oturmadıysa veya sorun varsa ışığı kırmızıda tutma yetkisine sahiptir.

Bir pit stopun bu kadar kısa sürede ve hızlı gerçekleştirilebilmesi, yoğun ve sistemli antrenmanlarla mümkündür. Ekipler, yarış hafta sonunda perşembe gününden yarış sabahına kadar 60 civarı pit stop denemesi yapar. Bu tekrarlar, ekibin kas hafızasını geliştirir ve ön kanat hasarı, çift pit stop gibi olası sorunlara hazırlıklı olmalarını sağlar. Ön kanat değişimine yönelik antrenmanlar sayesinde yarışta bir kanat kırılması durumunda 5-6 saniye gibi kısa sürede ön kanat değiştirilebilir. Refleksleri hızlandırmak ve ekiplerin fiziksel kapasitesini artırmak için özel egzersiz programları uygulanır. Örneğin 2010'ların başında Williams takımı bir fizyoterapist liderliğinde pit stop ekipmanlarını ve ekip üyelerinin fiziksel performansını analiz ederek pit stop sürelerini azaltmayı başardı. Bu sayede 3 saniye civarı olan ortalama pit stop süreleri 2 saniyenin altına indi.

Pit stop stratejileri, yarışın sonucunu doğrudan belirleyebilir. Undercut taktiğinde bir pilot rakibinden önce pit stopa girer. Yeni lastiklerle piste döndüğünde rakibine kıyasla daha hızlı turlar atabilir. Bu sırada

kazandığı zaman sayesinde kendisinden sonra pit stopa giren rakibinin önüne geçebilir. Overcut taktiğinde ise pilotlar rakiplerinden daha geç pit stopa girerek avantaj kazanmayı amaçlar. Rakip pilot pit stopa girer, bu sırada pistte kalan pilot ise yakıtı azaldığı için daha hızlı turlar atabilir. Aynı zamanda pistte kalan pilotun önündeki araç trafiği azalırsa bu durum daha hızlı turlar atmasını sağlayabilir. Bütün bu kararlar, lastiklerin aşınmasına, pistteki trafiğe ve kalan yakıt miktarına göre verilir. Yarış stratejisinden sorumlu mühendisler her an yüzlerce senaryoyu sanal olarak değerlendirir ve takım pilotunun hangi turda pit stopa girmesinin daha avantajlı olacağını belirlemeye çalışır. Tabii ki güvenlik aracı veya sanal güvenlik aracının girmesi gibi beklenmeyen durumlar bu planları alt üst edebilir. Bu durumda hızlı karar alabilmek için takımların canlı simülasyon programları devreye girer. Gerçek zamanlı verilerle yarış sürekli yeniden simüle edilir ve stratejiler güncellenir.



Tüm bu hazırlığa ve ileri teknoloji ürünü ekipmanlar kullanılmasına rağmen pit stoplar riskler barındırır. Bir lastik bijonunun tam oturmaması gibi küçük bir hata hem pilot için tehlike oluşturabilir hem de takımın ceza almasına neden olabilir. Bu yüzden pit stop mekanikerleri baskı altında soğukkanlı hareket etmek zorundadır. Modern Formula 1'de hatalı pit stoplar nispeten azalsa da zaman zaman "unutulmaz anlar" da yaşanır. 2021 Monaco Grand Prix'inde Mercedes takımından Valtteri Bottas'ın ön sağ lastiğinin bijonu çıkmayınca yarış dışı kalmıştı. 2016 Monaco Grand Prix'inde ise Red Bull Racing takımından Daniel Ricciardo pit stopa girdiğinde lastikler hazır değildi ve araca yanlış lastik takılmaya çalışıldı. Doğru lastik seti getirilene kadar 9 saniye kaybeden Daniel Ricciardo, pit stoptan önce yarışa lider konumda devam etmesine rağmen bu hata nedeniyle muhtemel bir yarış zaferini kaybetti. ■

Kaynaklar

- Aston Martin – "*AMR25 Specifications*", 2025 motor gücü ve özellikleri http://bit.ly/4nBcYDA
- Formula1.com – "*How F1 technology has supercharged the world*", hibrit motor verimi %50+ ve V8 karşılaştırması https://bit.ly/3GplTHg
- PlanetF1 – "*2022 engines explained*", ICE gücü ~700 bg, ERS gücü 160 bg ve kullanım süreleri https://bit.ly/40vDRi4
- Honda Global – "*Evolution of Hybrid Technologies*", MGU-K görevi ve kuralları https://bit.ly/44oHZBD
- Formula1.com – "*Beginner's guide to F1 tyres*", 2022'de 18 inç lastikler ve bileşik sayısı (altı slick bileşiği) https://bit.ly/4l2BZpk
- RacingNews365 – "*Why 18-inch tyres in 2022?*", yeni lastiklerin daha az esnemesi ve pilot geri bildirimleri https://bit.ly/4lzVYeY
- Reuters – "*Drivers praise grippy Istanbul track after 2020 'ice rink'*", 2020'de yeni asfaltın kayganlığı ve 2021'de iyileşme yorumları https://bit.ly/4lbaM41
- Formula1.com – "*WATCH: McLaren set new F1 pit stop record…*", 2023 Katar GP'de 1.80 saniyelik dünya rekoru haberi https://bit.ly/44JFMSK
- Mercedes-AMG F1 – "*How F1 crews change tyres in <2.5s*", pit ekibi rolleri ve insan sayısı detayları https://bit.ly/45Siew6
- Formula1.com – "*F1 Explains: Halo, pit stops, simulators…*", Gemma Fisher ve Williams'ın pit stop gelişimi üzerine notu https://bit.ly/46lYi4L
- GPFans – "*Pit stop strategy explained: undercut vs overcut*", undercut tanımı ve örneği https://bit.ly/3G6N61t
- Aston Martin F1 – "*So you want to be an F1 strategist?*", yapay zeka ile binlerce senaryonun simülasyonu https://bit.ly/4lbb3UB

Hızlı Düşünmek...

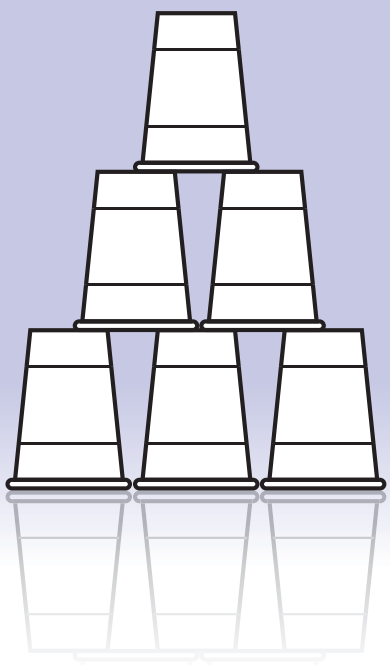
Pratik zekâmızın etkisi mi yoksa alışkanlıklarımızın bir sonucu mu?

Prof. Dr. Süleyman İnan [*Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sosyal Bilimler Eğitimi*

Her boş vaktinizde telefonunuzu alıp aynı uygulamalara mı tıklıyorsunuz? Peki bunu gerçekten farkında olarak mı yoksa otomatik bir şekilde mi yapıyorsunuz?

Kalp atışının, sindirimin, nefes almanın vücudumuzun "otonom" işlevleri olduğunu biliyoruz. Ancak otonom sinir sistemi tarafından gerçekleştirilen bu tür hayati faaliyetler dışında otomatikleşen bazı davranışlarımız da var: Örneğin her boş vaktimizde elimize telefonumuzu alıp aynı uygulamaya tıklamak. Peki bu otomatikleşme durumu beyni nasıl etkiliyor?

Stanford Üniversitesinde, sinir bilim alanında çalışmalar yapan Dr. David Eagleman, sürekli tekrarlanıp otomatikleşen davranışlar sırasında beynin işleyişinin nasıl olduğunu merak etti. Bunun için 2016 yılında ilginç bir deney gerçekleştirdi. Kendisinin ve 10 yaşındaki Austin Naber'ın yer aldığı bu deneyde, birkaç plastik bardağın üst üste dizilmesi oyunu sırasında katılımcıların beyin aktivitesi takip edildi. David Eagleman'dan farklı olarak Austin Naber bu oyunda dünya rekoru sahibiydi.



Deneyde, beyin aktivitelerini izlemek için Dr. Eagleman ve rakibi Naber'ın kafasına çok sayıda elektrot yerleştirildi. Naber, oyunda bardakları çok hızlı bir şekilde yerleştirdi. Bu sırada bardakları çok hızlı dizmesine rağmen Naber'ın beyin aktivitesinde belirgin bir artış görülmedi. Çünkü bu hızı kazanmak için her gün saatlerce pratik yapan Naber, bardak dizme görevini bilinçli zihinsel çaba gerektirmeden gerçekleştirebiliyordu. Dolayısıyla Naber'ın oyuna çok fazla odaklanması gerekmedi. Oyun sırasında Dr. Eagleman'ın beyninde ise yoğun elektriksel aktivite ölçüldü. Çünkü oyunu

oynarken tüm hareketlerini düşünerek ve bilinçli bir şekilde yapmıştı.

Bu deney şunu gösteriyor: Günlük hayatımızda alışkanlık hâline gelmiş görevler daha az zihinsel çaba gerektirir. Hatta birçok farklı işi bilincimiz devrede olmadan gerçekleştiririz. Örneğin araba kullanmayı yeni öğrenen biri, yanındaki kişi ile sohbet etmekte zorlanırken araba kullanmayı uzun süre önce öğrenip sürekli deneyimlemiş bir kişi yanındakiler ile rahatça sohbet edebilir ve tecrübesiz şoförlere kıyasla dış uyaranlara dikkati dağılmadan tepki verebilir. Çünkü bu tür görevlerde eylemin yürütülmesi, beyindeki bilinçli süreçlerden otomatikleşmiş mekanizmalara devredilir.

Bilinçli, analize dayalı düşünme süreçleri beyinde daha fazla kaynak kullanımı gerektirir ve genellikle daha yavaş işler. Olaylara ve görevlere dikkatlice ve analitik yaklaşan bireylerin kararlarını daha temkinli almalarının bir nedeni bu olabilir. Öte yandan tekrarlanan alışkanlıklara dayalı otomatik düşünme biçimleri daha az zihinsel çaba gerektirdiğinden hızlı tepki vermeyi kolaylaştırır. Bu durum sık sosyal medya kullanan kişilerin düşünmeden, otomatikleşmiş davranışlar sergilemelerine yol açabilir.

Dolayısıyla telefonu elimize aldığımız her seferde "Bilinçli olarak bir şeyle mi ilgileniyorum yoksa sadece otomatik olarak ekranı mı kaydırıyorum?" sorusunu kendimize sorabiliriz. Bu yönüyle 2016'da gerçekleştirilen bu deney, bugün hâlâ dikkate almamız gereken önemli bilgiler sunuyor. ■

Kaynak

https://www.tpt.org/the-brain-with-david-eagleman/video/brain-david-eagleman-episode-3-clip-2/

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*

Sahibinden Satılık Kişisel Veri

Dijital çağda veri altın değerinde ve şirketler bu gerçeğin farkında. Bu nedenle sürekli olarak veri topluyor, işliyor ve satıyorlar. 430 milyar doları aşan küresel kişisel veri satış pazarının değeri bu durumu gözler önüne seriyor. Generation Lab adlı gençlik araştırma şirketi, Google ve Meta gibi devlerin milyarlarca dolar kazandığı veri ekonomisinden tüketicilerin de pay alabileceği Verb.AI adında bir ürün geliştirdi. Verb.AI, kullanıcılara aylık 50 dolar karşılığında kişisel verilerini satma imkânı tanıyor. Sistem, kullanıcıların telefonlarına indirdikleri takip yazılımı aracılığıyla satın alma davranışlarını, dijital yayın izleme tercihlerini, web ziyaretlerini ve uygulama kullanımlarını anonim şekilde kaydediyor. Yani çevrim içi bankacılık gibi hassas veriler hariç hemen her şeyi kaydediyor. Platform bu verileri kullanarak dijital ikizinizi oluşturuyor. Bu veri tabanını kullanarak diğer şirketler, belirli demografik gruplar hakkında gerçek zamanlı veri sorgulaması yapabiliyor.

Dijital yerliler olarak tanımlanan Z kuşağı, kişisel bilgi paylaşımında önceki nesillere kıyasla daha rahat bir yaklaşım sergiliyor. Araştırma verileri bu eğilimi destekliyor. Z kuşağının yaklaşık %90'ı sosyal medya şirketleriyle kişisel bilgilerini paylaşmaya açık, %33'ü web sitesi ve uygulamalar tarafından takip edilmesinde sakınca görmüyor Z kuşağı olmayan gruplar içinse bu oran %22. Z kuşağının %40'tan fazlası, indirim kodu veya ücretsiz hizmet karşılığında kişisel bilgilerinin erişimine izin veriyor.

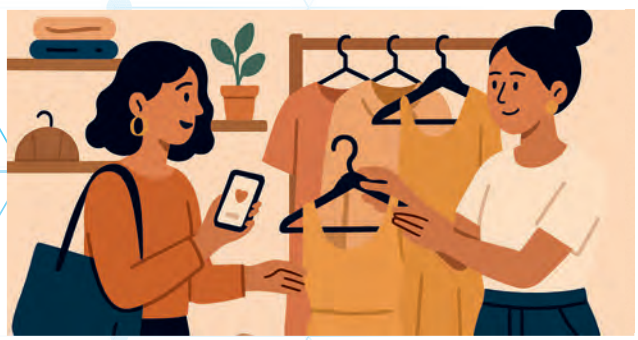
Şu anda yaklaşık 1.000 kullanıcıya ulaşan platform, nispeten gelişiminin başlangıç aşamasında olsa da önümüzdeki yıllarda benzer yapıda birçok firmanın ortaya çıkacağını söylemek yanlış olmayacaktır. Elbette bu verilerin anonimleştirilmediği (kişisel verilerin sahibiyle ilişkilendirilemeyecek şekilde dönüştürülmediği) veya bir veri sızıntısı olduğu durumlarda yaşanılabilecek olumsuzlukları da şimdiden hesaba katmak gerekiyor. Gençken az bir gelir elde etmek için verilen izinler ilerleyen yıllarda sorun oluşturabilir.

https://bit.ly/sahibinden-veri

Sosyal Paylaşımda Yeni Trend

Paylaşım ekonomisinin yeni bir alanı olan kişisel eşya kiralama platformları, geleneksel mülkiyet anlayışını sorgulayan alternatif yaklaşımlar sunuyor. Pickle, Celeb ve Tulerie gibi uygulamalar, kullanıcıların kendi kıyafetlerini başkalarına kiralamasına olanak tanıyor. Bu platformlar kiralanan eşyada bir zarar ya da kayıp olduğunda, hasar ve hırsızlık politikaları uygulayarak kiralayan taraftan onarım maliyetini veya değiştirme ücretini tahsil ediyor. Ürün iade edilmezse kiralayan kişi ürünün perakende fiyatının tamamından sorumlu olurken hasarlı iadede onarım ve temizlik gibi maliyetleri yükleniyor. Güvenlik amacıyla kiralayan kişinin birkaç düşük fiyatlı kiralama deneyimini sorunsuzca tamamlaması zorunlu kılınıyor. Bu sistem, kullanıcıların değeri 1.000 doların üzerinde olan ürünleri kiralayabilmeleri için öncesinde risk değerlendirmesi yapılmasını sağlıyor. Öte yandan bu platformlar ile ilgili hatalı ücret yansımaları, geri gönderilmeyen ürünlerin takibinin hızlı ve etkili bir şekilde yapılmaması, hasarlı ürünlerde temizlik maliyetlerinin sorumluluğu netleşmeden kullanıcıya yüklenmesi gibi sorunlar dikkat çekiyor.

Bu iş modeli, bütçesini bilinçli bir şekilde yöneten ve çevresel duyarlılık gösteren genç tüketicilere hitap ediyor. Platform, özellikle sosyal medya fenomenlerine kıyafetlerini ekonomik fiyatlarla kiralama imkânı sunuyor. Bir eşyanın maddi mülkiyetine sahip olmaktan ziyade deneyimi önceliklendiren Z kuşağı bu tür hizmetleri daha fazla tercih edecek gibi görünüyor.



https://bit.ly/45EwY1B

Windows'ta Güvenlik Mimarisi Değişiyor

Microsoft, geçen yıl Windows işletim sistemini kullanan 8,5 milyon cihazı devre dışı bırakan CrowdStrike krizinin ardından Windows güvenlik mimarisinde köklü değişikliklere gidiyor. Windows Resiliency Initiative kapsamında antivirüs yazılımları, çekirdek (kernel) seviyesinden çıkarılarak kullanıcı uygulamaları gibi çalıştırılacak. Kernel seviyesinde çalışabilen yazılımlar donanım yönetimine doğrudan müdahale edebildikleri için tek bir hata tüm sistemi devre dışı bırakabiliyor. Kullanıcı uygulamaları düzeyinde çalışan yazılımlarda ise bir sorun oluştuğunda sistemin tamamı etkilenmeden sadece ilgili uygulama sonlandırılabiliyor.

Microsoft'un güvenlik mimarisindeki değişiklikler sadece antivirüs yazılımlarıyla sınırlı değil. Vanguard, Battleye ve Easy Anti-Cheat gibi kernel seviyesinde çalışan ve oyunlarda hile yapmayı engelleyen sistemler de dönüşüm kapsamında. Bu değişiklik, özellikle Linux'un oyun performansında öne geçtiği dönemde Windows'un rekabet gücünü sürdürebilmesi açısından stratejik önem taşıyor.

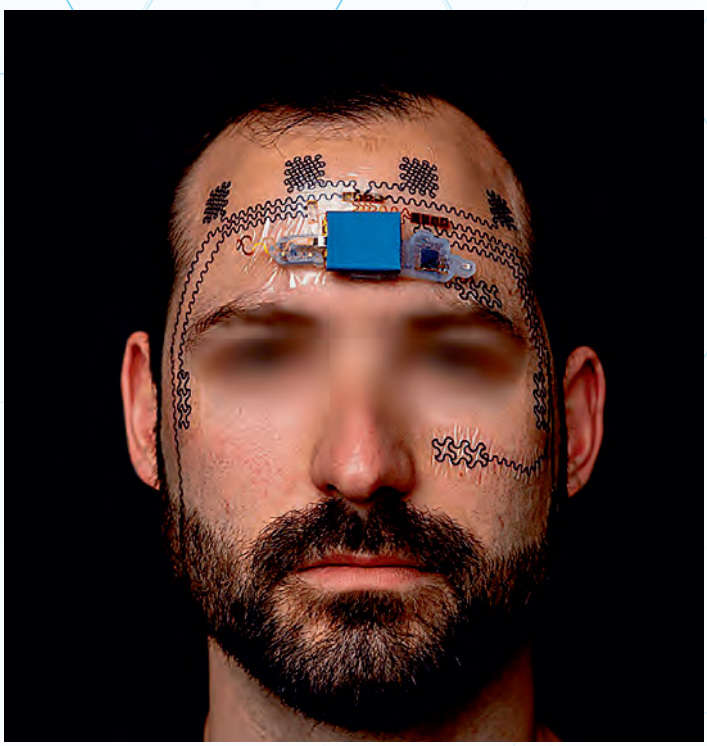
Microsoft ayrıca ünlü "mavi ekran" verme sorununda da iyileştirme yapıldığı belirtiliyor. "Hızlı geri dönüşüm" özelliği ise sistem yöneticilerinin yazılımsal sorunlar nedeniyle açılmayan cihazları hızla kurtarmasına olanak tanıyacak. Bu kapsamlı dönüşüm, Microsoft'un C++ uygulamasından Rust programlama diline geçiş stratejisinin de parçası.

https://bit.ly/4eCfe9o

Yorgunluğunuz Yüzünüzden Okunacak!

Araştırmacılar, zihinsel iş yükünü gerçek zamanlı olarak ölçebilen bir e-dövme teknolojisi geliştirdi. *Cell Press*'in *Device* dergisinde yayımlanan çalışmada geliştirilen elektronik dövme şeklindeki ultra ince kablosuz alın sensörü zihinsel yorgunluğu tespit edebiliyor. E-dövme sistemi, yüksek iletkenliğe sahip ve cilde esnek biçimde yapışabilen elektrotlar kullanarak EEG (elektroensefalografi) ile beyin aktivitesini ve EOG (elektrookülografi) ile göz hareketlerini takip etmeyi sağlayan sinyalleri topluyor. Geleneksel EEG başlıklarının aksine ultra ince tasarımı ve kablosuz yapısı sayesinde kullanıcılar hareket hâlindeyken bile sinyalleri kararlı bir şekilde algılayabiliyor. Bu sayede günlük aktiviteler sırasında rahatlıkla kullanılabiliyor.

E-dövmeyi test etmek amacıyla yapılan deneyde altı katılımcıdan zorluk seviyesi giderek artan bir bellek görevini yerine getirmeleri istendi ve görevleri gerçekleştirdikleri sırada delta, teta, alfa, beta ve gama beyin dalgaları kaydedildi. Sonuçta görevler zorlaştıkça delta ve teta dalgaları güçlenirken alfa ve beta dalgalarının aktivitesinde azalma gerçekleşti. Delta ve teta dalgalarının güçlenmesi bilişsel yükün arttığını gösterirken alfa ve beta dalgalarının aktivitesindeki azalma zihinsel yorgunluğa işaret ediyor. Araştırmacıların geliştirdiği makine öğrenmesi modeli ise e-dövmeden elde edilen sinyallere göre zihinsel iş yükü seviyesinin tahmin edilmesini sağlıyor. Geleneksel EEG ekipmanlarının maliyeti 15.000 doları aşarken e-dövme sisteminin çip ve batarya paketi 200 dolar, tek kullanımlık sensörlerin her biri ise yaklaşık 20 dolar. Belirgin fiyat farkı, bu teknolojinin geniş kullanıcı kitlelerine erişimini



mümkün kılıyor. Hava trafik kontrolörü, pilot, cerrah gibi zihinsel yorgunluğun insan hayatına mal olabileceği mesleklerde çalışan kişilerin zihinsel iş yükünü ölçmek için bu teknolojiden faydalanılabilir. Öte yandan araştırmacılar, gelecekte teknolojinin epilepsi hastaları için beyin aktivitesini izlemek ve beyin aktivitesini izlemek kullanılabileceğini öngörüyor. E-dövme her kullanıcının yüz özelliklerine göre kişiselleştirilerek sensörler en uygun konumlara yerleştirilebiliyor. Bu sayede sinyal kalitesi maksimum seviyeye çıkarılabiliyor. Sistem, geleneksel EEG başlıklarının kafa şekli farklılıklarından kaynaklanan dezavantajlarını ortadan kaldırıyor.

https://bit.ly/alin-yazi

İnsansı Robot Sporları

Çin'de robot sporları yaygınlaşıyor. Geçtiğimiz aylarda Çin'de robotların katıldığı bir koşu maratonundan bahsetmiştik. 28 Haziran 2025 tarihinde ise Çin'in başkenti Pekin'de düzenlenen RoBoLeague Robot Futbol Turnuvası'nda humanoid robotlardan oluşan dört üniversite takımı yer aldı. Takımların 3'e 3 oynadığı bu turnuva, yapay zekâ tarafından tamamen otonom olarak kontrol edilen robotların yer aldığı ilk futbol maçı olma özelliğini taşıyor. Turnuvada yer alan Booster Robotics'in T1 robotları, görsel verileri algılayan gelişmiş sensörler kullanarak topu 20 metre mesafeden %90 doğrulukla tespit edebiliyor. Robotlar saha çizgilerini, takım arkadaşlarını, rakip takım oyuncularını ve kalecileri tanımlama konusunda da başarılı performans sergiledi. Ancak maçlar sırasında robotlar çok yavaş hareket etti, sık sık dengelerini kaybedip düştü. Hatta gerçek bir futbol maçını andıran bir atmosfer oluşturmak için bazıları sedye ile sahadan çıkarıldı. Maç görüntüleri yürümeyi yeni öğrenen çocukların oynadığı bir maçı andırsa da robotların sahadaki becerilerinin hızla iyileşeceğini söyleyebiliriz.

Morgan Stanley verilerine göre 2024'te 47 milyar dolar olan Çin'in robot teknolojileri pazarı yıllık %23 büyüme oranıyla 2028'de 108 milyar dolara ulaşacak. Ülkede 2050'de 302,3 milyon humanoid robotun kullanımda olacağı öngörülüyor. Bu rakamlar Çin'in robot teknolojileri alanında ABD'nin çok önünde yer alacağını gösteriyor . Nisan ayında 21 humanoid robotun, yarı maratonda insanlarla birlikte koştuğu Pekin'de sadece altı robot yarışı tamamlayabilmişti. Bu deneyimler, 15-17 Ağustos tarihlerinde düzenlenecek 2025 Dünya Humanoid Robot Oyunları için önemli test aşamaları niteliğinde. Robotların maç görüntülerini izlemek için https://bit.ly/3Tpa6vz adresini ziyaret edebilir veya aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.

https://bit.ly/3GrCjik

Kediniz Sizi Neden Kokluyor?

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

pepifoto / iStock

Kedinizin sizi gerçekten tanıyıp tanımadığını hiç merak ettiniz mi? Hatta bir kalabalığın içinde sizi ayırt edip edemeyeceğini düşündünüz mü? Bilim insanları bu soruya yeni ve şaşırtıcı bir yanıt buldu. Görünüşe göre kediler, sandığımızdan çok daha sofistike bir şekilde bizi tanıyorlar ama belki de düşündüğümüzden farklı yollarla. Daha önce yapılan araştırmalar, kedilerin yalnızca %54'ünün insanları yüzlerinden tanıyabildiğini göstermişti. Bu oran, köpeklerle karşılaştırıldığında oldukça düşük. Ancak yeni bulgular, kedilerin sahiplerini tanıma konusunda çok daha etkili ve duyarlı bir yönteme sahip olduklarını ortaya koyuyor: Koku.

Mayıs 2025'te *PLOS One* dergisinde yayımlanan yeni bir çalışma, kedilerin insanları kokularından tanıyabildiğini ortaya koydu. Bu, insanlarla kedilerin arasındaki ilişkinin nasıl kurulduğuna dair yeni bir anlayış ortaya koyuyor. Şimdiye kadar kedilerin insanlarla kurduğu bağ genellikle göz teması, ses tonu ya da davranışsal ipuçları üzerinden değerlendirilmişti.
Ancak bu yeni bulgular, kedilerin aslında burnuyla bizi tanıdığını ve bu becerinin de çok gelişmiş olduğunu gösteriyor. Kediler çoğunlukla ilgisiz, bağımsız ya da mesafeli olarak tanımlansa da son yıllarda yapılan çok sayıda araştırma bu algının oldukça yüzeysel olduğunu gösteriyor. Örneğin kedilerin kendilerine verilen isimleri ayırt edebildiği, sahiplerinin seslerini tanıdığı ve hatta sahipleriyle kendilerine özgü iletişim biçimleri geliştirdikleri artık bilinen bir gerçek. Hatta çoğu kedi, yemek yemektense insanlarla vakit geçirmeyi tercih edebiliyor ki bu tercih, bazı köpeklerde bile nadiren görülüyor.

Tokyo Tarım Üniversitesinden Yutaro Miyairi ve ekibi tarafından yürütülen çalışmada kedilerin sadece kokuya dayanarak sahiplerini tanıyıp tanıyamayacağı test edildi. Bu amaçla 30 kediye pamuklu çubuklarla koltuk altı, kulak arkası ve ayak parmak arası olmak üzere üç farklı vücut bölgesinden alınmış koku örnekleri plastik tüplerin içinde sunuldu. Koku

örneklerinin bazıları kedinin birlikte yaşadığı kişiye bazılarıysa daha önce hiç tanımadığı bir yabancıya aitti. Ayrıca kontrol amacıyla boş bir tüp de kullanıldı. Kedilerin tepkileri dikkatle gözlemlendi ve örnekleri koklama süreleri kaydedildi. Sonuçlar oldukça dikkat çekiciydi: Kediler tanıdıkları kişilere ait kokuları çok kısa süre koklayıp ilgilerini yitirirken yabancı kokuları daha uzun süre incelediler. Bu durum, kedilerin tanıdık kokuları hızla ayırt ettiğini ve yabancı olanları daha ayrıntılı şekilde değerlendirdiğini ortaya koydu. Kısacası koku tanıma süreçlerinde kediler, şaşırtıcı derecede seçici ve dikkatli davranıyor.

Aslında bu davranış, kedilerde daha önce de gözlemlenmişti. Örneğin yavru kediler, annelerinin kokusuna kıyasla yabancı dişi kedilerin kokularını daha uzun süre inceler. Aynı şekilde yetişkin kediler de kendi sosyal gruplarındaki bireylerin dışkısından ziyade yabancı kedilerin dışkılarına daha fazla ilgi gösterir. Bu tür davranışlar, kedilerin sosyal bağlamda kokulara ne kadar önem verdiğini gösteriyor. Yeni araştırmanın bulguları ise biz insanların da kedilerin koku yoluyla kurduğu sosyal ilişki çemberinin bir parçası olduğumuzu düşündürüyor. Kediler yalnızca türdeşleriyle değil, insanlarla kurdukları ilişkilerde de kokuları kullanıyor olabilir.

Araştırma aynı zamanda çok ilginç bir fizyolojik ayrıntıyı daha ortaya çıkardı: Kediler, tanıdık kokuları

pepifoto / iStock

genellikle sol burun deliğiyle, yabancı kokuları ise sağ burun deliğiyle kokluyor. Ancak bir koku yabancı olmaktan çıkıp tanıdık hâle geldikçe, burun deliği tercihi de değişiyor ve sağdan sola geçiliyor. Bu davranış, daha önce köpeklerde de gözlemlenmişti. Bilim insanları bu tercihin beynin işleyişiyle bağlantılı olduğunu düşünüyor. Yeni ve bilinmeyen bilgiler sağ beyin tarafından işlenirken tanıdık ve alışıldık veriler sol beyin tarafından değerlendiriliyor. Yani kediler, kokunun tanıdık olup olmamasına göre yalnızca koklarken seçim yapmıyor aynı zamanda sinir sistemi o kokunun algılanma biçimini de yönlendiriyor.

Kediler dünyayı anlamak ve sosyal ilişkiler kurmak için büyük ölçüde kokuya güvenir. Tanıştıkları kedileri yanaklarını sürterek ya da birbirlerini tımar ederek tanır ve tanımlarlar. Bu koku alışverişi hem bireyleri tanıma hem de grup içinde sosyal bütünlük sağlama açısından önemlidir. Aynı zamanda tanıdık kokular kediler için güçlü bir güvenlik mesajı taşır. Tanıdık bir ortamda tanıdık bir kokuyla karşılaşmak kedinin stresini azaltır, kaygı düzeyini düşürür ve daha güvenli bir çevre algısı yaratır. Dolayısıyla bir kedinin sizi koklaması sadece merakla ilgili değil aynı zamanda sizi "yuva" olarak görüp görmediğiyle de ilgili.

Eğer kediniz sizi uzun uzun koklamıyorsa bu, sizi daha az sevdiği anlamına gelmez. Aksine sizin kokunuz ona zaten tanıdık ve güvenli geldiği için üzerine daha fazla odaklanmaya ihtiyaç duymaz. Kokuya tepki vermemesi aslında sizin onun gözünde bir "yuva" olduğunuzu gösterir. Kısacası kediler yalnızca davranışsal değil, kimyasal sinyallerle de sizi tanır. ■

Kaynak

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0324016

Kara Delik Bombası

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

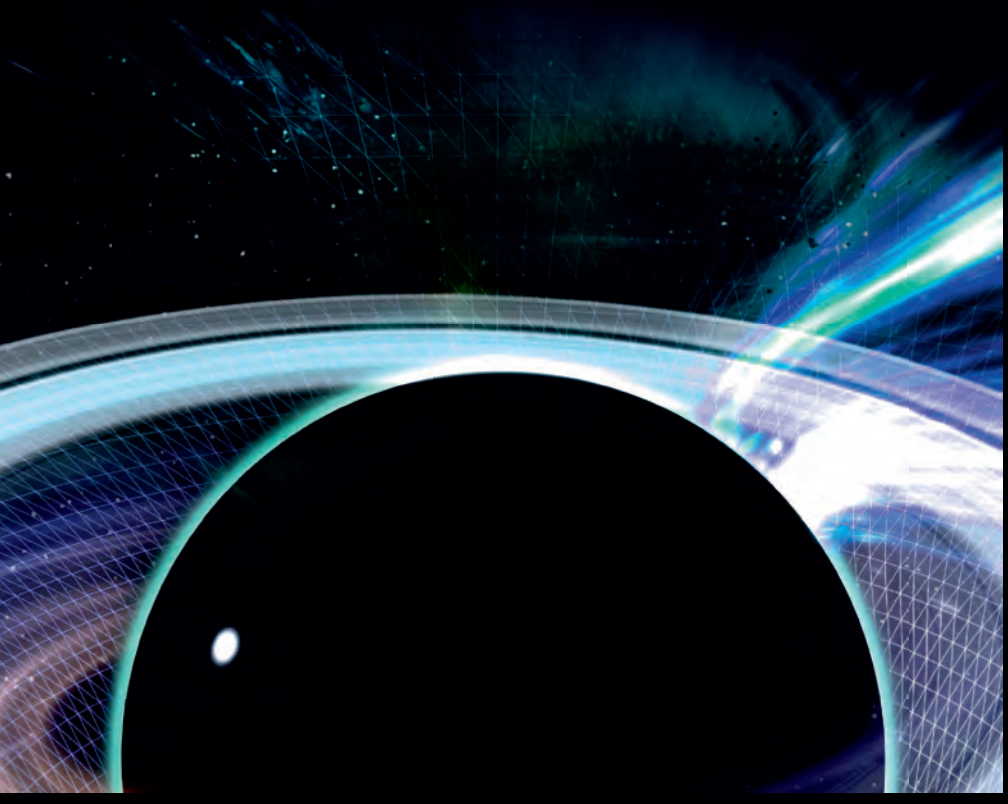
Kuramsal fizikçilerin 1960'lar ve 1970'lerde yaptığı çalışmalar kara deliklerden yüksek miktarda enerji elde etmek için yararlanılabileceğini göstermiş ve hatta bu durumdan faydalanarak "kara delik bombaları" üretilebileceği iddia edilmişti. Bir grup araştırmacı, kara delik bombalarının enerji kaynağı olan süperışıma mekanizmasını laboratuvar ortamında gerçeğe dönüştürdü. Kara delik bombalarının askerî amaçlar için değil bilimsel araştırmalar için yararlı olması bekleniyor.

blackdovfx / iStock

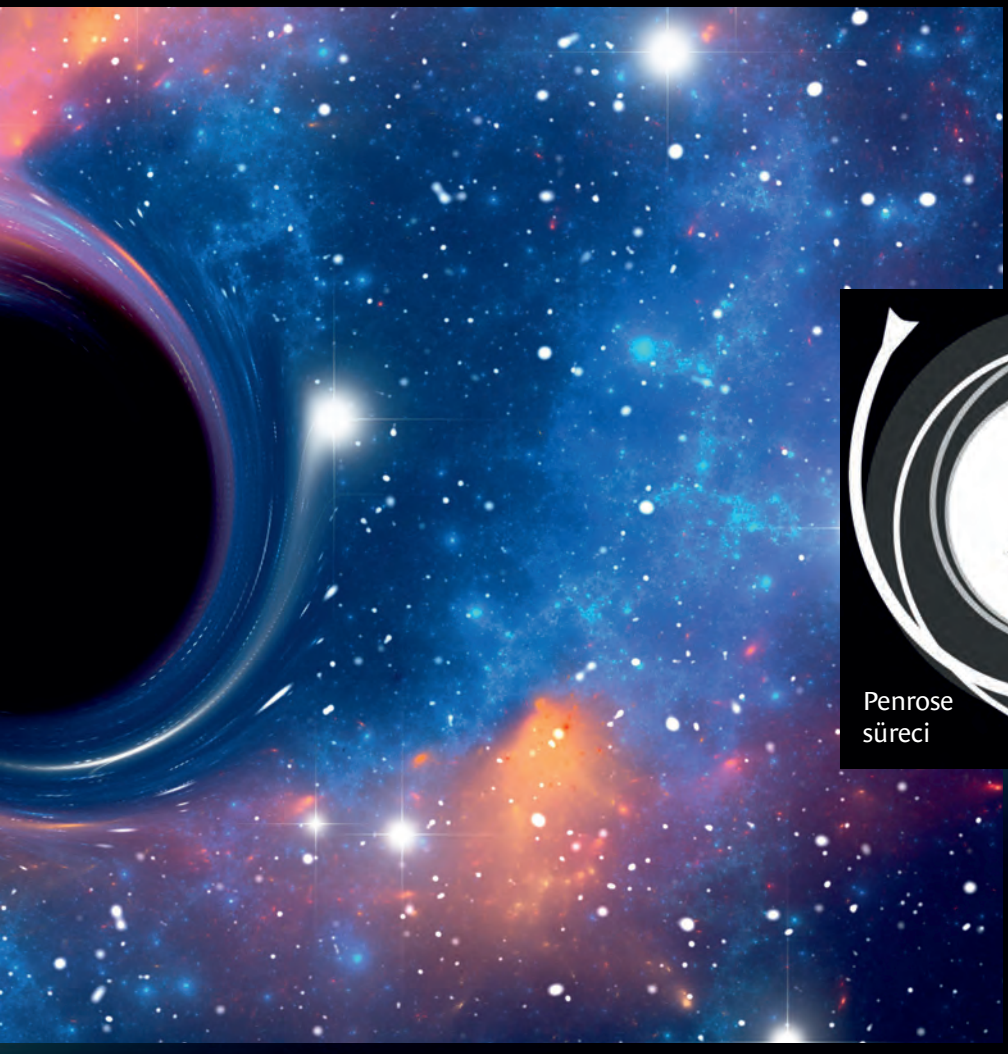
Kara Deliklerden Enerji Elde Etmek

Kara delikler gezegenler, yıldızlar ve diğer gök cisimlerine kıyasla hayli basit gök cisimleridir. Kütle, elektrik yükü, açısal momentum ile ilgili birkaç sayı, bir kara deliğin bütün özelliklerini ifade etmek için yeterlidir. Bir kara deliği diğer gök cisimlerinden ayıran en temel özellikse etraflarında bir olay ufku oluşmasıdır. Kara deliği çevreleyen bu hayalî yüzeyin üzerinde kara deliğin çekiminden kurtulmak için ulaşılması gereken hız ışık hızına eşittir. Hiçbir parçacığın ışıktan daha hızlı hareket etmesi mümkün olmadığı için bir kez olay ufkunu geçip kara deliğin içine düşen bir cisim bir daha olay ufkunun dışına çıkmayı başaramaz ya da olay ufkunun dışına sinyal gönderemez.

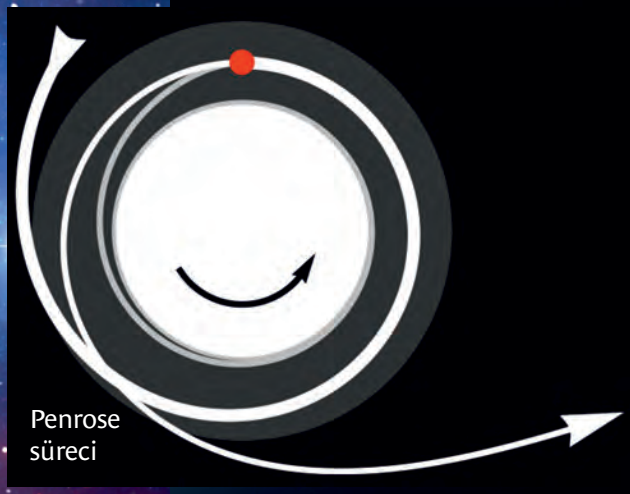
Söz konusu spini ve elektrik yükü 0 olan (kendi etrafında dönmeyen ve yüksüz) kara delikler olduğunda olay ufkunun şekli küreseldir, yarı çapı ise $r_S=2GM/c^2$'ye eşittir. Bu eşitlikte G kütle çekim sabitini, M kara deliğin kütlesini, c ise ışık hızını ifade eder. Bu yarıçap ifadesi, genel görelilik kuramının geliştirilmesinden sadece bir yıl sonra Karl Schwarzschild'ın kendi etrafında dönmeyen küresel cisimler için bulduğu Einstein alan denklemlerinin çözümlerinden türetilir. Bu yüzden spini 0 olan kara delikler Schwarzschild kara delikleri, bu kara deliklerin olay ufkunun yarıçapı ise Schwarzschild



Ramon Andrade 3dciencia / SPL



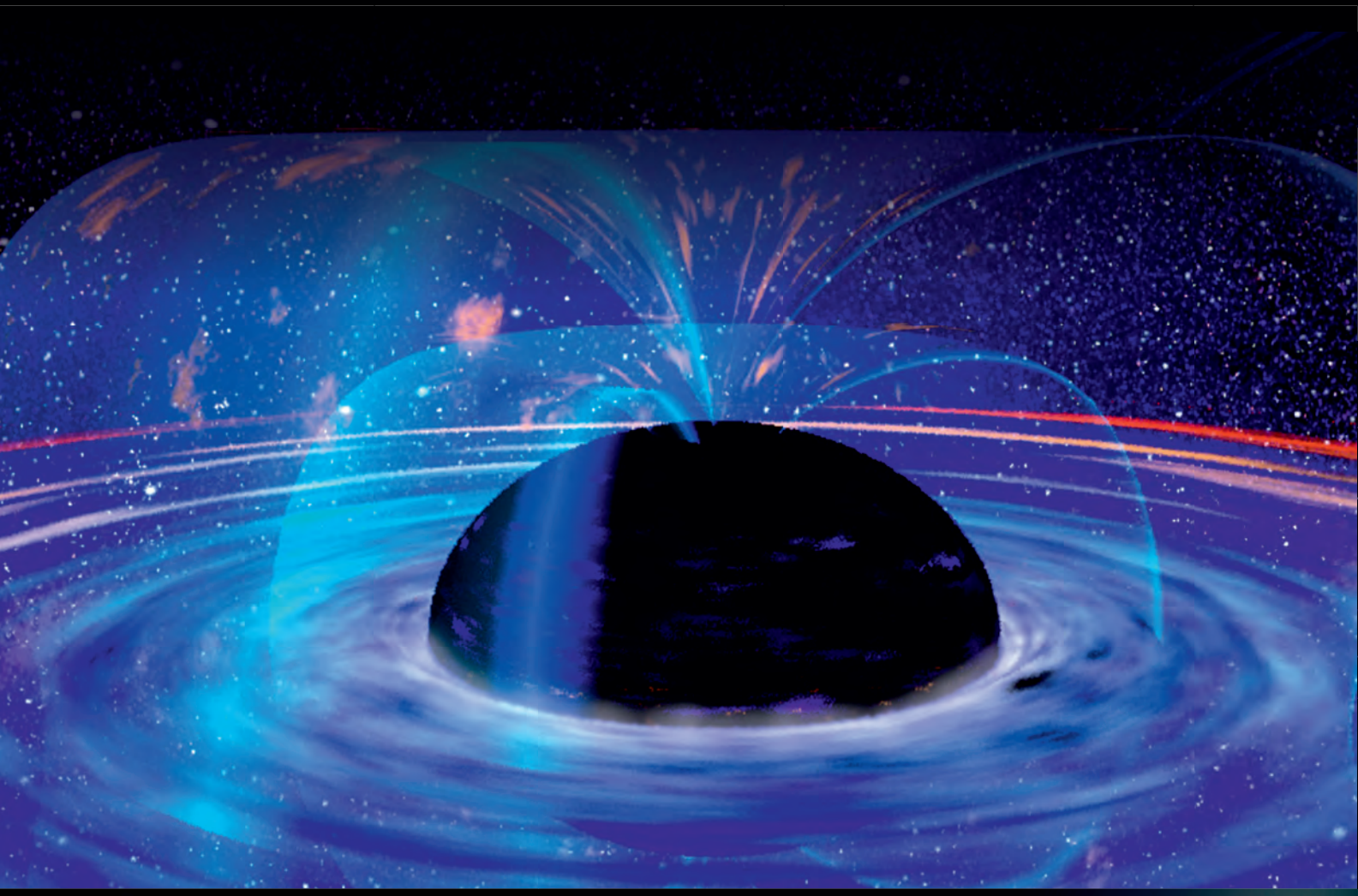
Pasieka / SPL



L3erdnik, CC BY-SA 4.0, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0, via Wikimedia Commons

yarıçapı olarak adlandırılır. Söz konusu kendi etrafında dönen ve yüksüz gök cisimleri olduğunda ise Einstein alan denklemlerinin çözümünü bulan Roy Kerr oldu. Kerr'in 1963 yılında bulduğu çözümlerin betimlediği kara deliklerin civarındaki uzay zamanın yapısı Schwarzschild kara deliklerine kıyasla daha karmaşıktır. Kerr kara deliklerinin olay ufkunun şekli mükemmel bir küre gibi değil, yayvandır. Olay ufku yüzeyinin kara deliğin merkezine uzaklığı ise GM/c^2 ile $2GM/c^2$ arasında değişir. Bu mesafe kara deliğin ekvatorunda maksimum, kutuplarında ise minimumdur.

Hareket eden herhangi bir kütlenin etrafında oluşturduğu kütle çekim alanının durağan bir kütlenin etrafında oluşturduğu kütle çekim alanından önemli bir farkı vardır. Hareket eden elektrik yüklerinin etrafında oluşturduğu manyetik alana giren elektrik yüklerinin dönmeye (hareket yönünü değiştirmeye) başlamasına benzer biçimde hareketli kütlelerin etrafında oluşturduğu kütle çekim alanına giren kütleler de dönme hareketi yapmaya başlar. Lens-Thirring olayı olarak adlandırılan bu olgu Kerr kara delikleri için de geçerlidir. Ancak çekimlerinden ışığın bile kurtulamadığı bu gök cisimleri için Lens-Thirring etkisi o kadar güçlüdür ki Kerr kara deliklerinin olay ufkunun dışında ergoküre olarak adlandırılan bir bölge bulunur. Ergokürenin içine giren bir cismin, dışarıdan bakan bir gözlemci tarafından hareketsiz olarak gözlemlenebilmesi için ışıktan daha hızlı hareket edebilmesi gerekir.



Nasa / SPL

Dolayısıyla ergokürenin içindeki tüm nesneler bir dış gözlemciye göre durmaksızın hareket eder. Ergokürenin dış yüzeyindeki bir ışık ışını ise bir dış gözlemciye göre hareketsiz kalır.

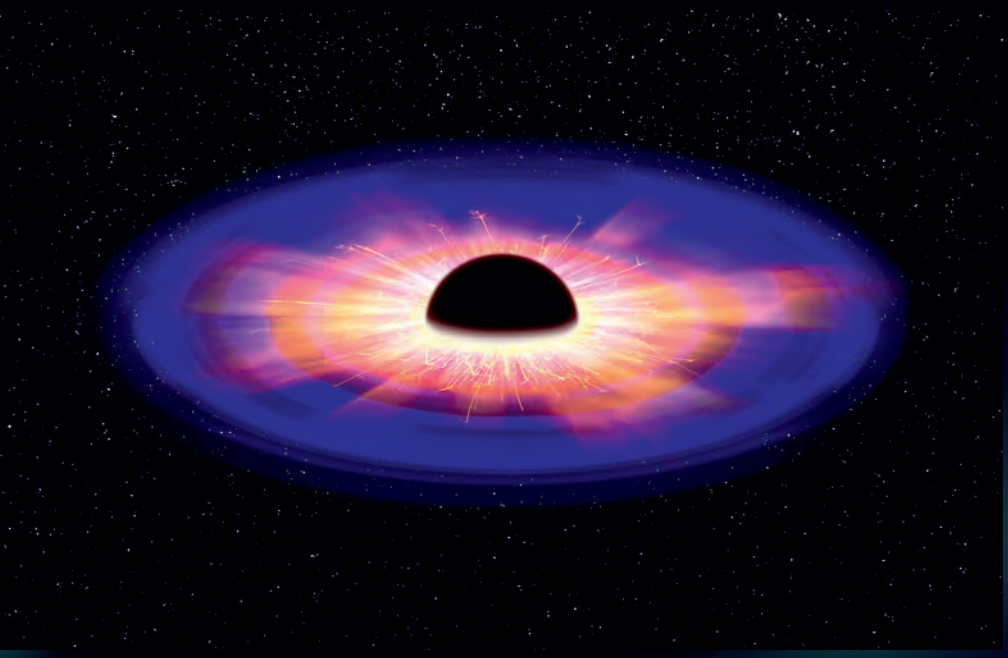
Ergo kelimesi eski Yunancada "iş" anlamına gelir. Ergokürenin sıra dışı bir özelliği de içine giren parçacıklar üzerinde iş yapabilmesi, başka bir deyişle parçacıklara enerji kazandırabilmesidir.

İlk olarak Roger Penrose tarafından 1971 yılında dikkat çekilen bu süreç, örneğin şu şekilde gerçekleşebilir: Bir nesne kara deliğin ergoküresinin içine girip kara delikle beraber dönmeye başladıktan sonra dönme yönüne ters yönde bir parça fırlatır. Dışarıdan bakan bir gözlemciye göre fırlatılan parça da ergokürenin içinde olduğu için kara delikle aynı yönde dönmeye devam eder. Orijinal nesneden geriye kalan parça hız kazanarak kara delikten uzaklaşır. Fırlatılan parça ise kara deliğin içine düşer. Sonuç olarak orijinal nesneden geriye kalanlar enerji kazanarak ergokürenin dışına çıkarken kara delik enerji ve açısal momentum kaybeder.

Kara Delik Bombası

Penrose süreci, bir kara delikten enerji kaynağı olarak yararlanılabileceği anlamına gelir. Üstelik bu durum sadece madde parçacıkları için geçerli değildir. Kara delikler süperışıma olarak adlandırılan bir süreçle üzerlerine düşen elektromanyetik dalgaları da yükseltgeyebilir.

İlk kuramsal çalışmaların yapıldığı dönemde fizikçilerin gerçek kara deliklerde süperışımanın nasıl gözlemlenebileceği hakkında bir fikri yoktu. Ancak 1971 yılında Rus araştırmacı Yakov Zel'dovich, süperışıma ile enerji elde edilebilecek tek fiziksel nesnenin kara delikler olmadığını gösterdi. Zel'dovich'in çalışmalarına göre kendi etrafında dönen, bir eksen etrafında simetrik ve elektromanyetik dalgaları soğuran herhangi bir nesnenin



Victor De Schwanberg / SPL

süperışıma yoluyla enerji yayması mümkündü. Örneğin bir metal silindir belirli koşullar altında süperışıma yapabilirdi. Bunun gerçeğe dönüşmesi için gerekli koşul ise elektromanyetik dalgaları soğuracak nesnenin dönme hızının ışık ışınının frekansı ve orbital açısal momentumu tarafından belirlenen bir değerden daha büyük olmasıydı. Bu koşul sağlandığında kendi etrafında dönen nesnenin soğurma katsayısı işaret değiştirecek, nesne elektromanyetik radyasyonu soğurmak yerine yükseltgemeye başlayacaktı.

Zel'dovich'in bir sonraki başarısı, superışımanın boşlukta da meydana gelebileceğini göstermesi oldu. Kuantum fiziği, fiziksel boşluğun adının ima ettiğinin aksine boş olmadığını, sanal parçacıkların durmaksızın oluşup yok olduğunu söyler. Zel'dovich'in çalışmasına göre bir kara deliğin ya da bir metal silindirin civarında meydana gelen bu vakum salınımları da süperışımaya sebep olabilirdi.

Kuramsal hesaplara göre vakum salınımlarından kaynaklanan ışıma o kadar küçük olacaktı ki gözlemlenmesi çok zordu. Zel'dovich, ışımanın gözlemlenmesini kolaylaştırmak için kendi etrafında dönen nesnenin (kara delik ya da metal silindir) aynalarla çevrelenebileceğini öne sürdü. Aynalar dönen nesneden yayılan ışımayı yeniden nesnenin üzerine yönlendirecek böylece ışınlar tekrar tekrar yükseltgenerek gözlemlenebilecek yoğunluğa ulaşacaktı. Bir süre sonra William Press ve Saul Teukolsky, böyle bir düzenekte birikecek aşırı yüksek enerjinin bir patlamaya yol açabileceğini fark etti ve bu tür düzeneklere "kara delik bombası" adını verdi. Ancak aynaların içinde biriken enerjinin kaynağı kendi etrafında dönen nesne olduğu için kara deliğin ya da metal silindirin başlangıçta sahip olduğu enerji miktarına bağlı olarak bir patlama meydana gelmeden süperışımanın sonlanması da mümkündü.

Deneysel Çalışmalar

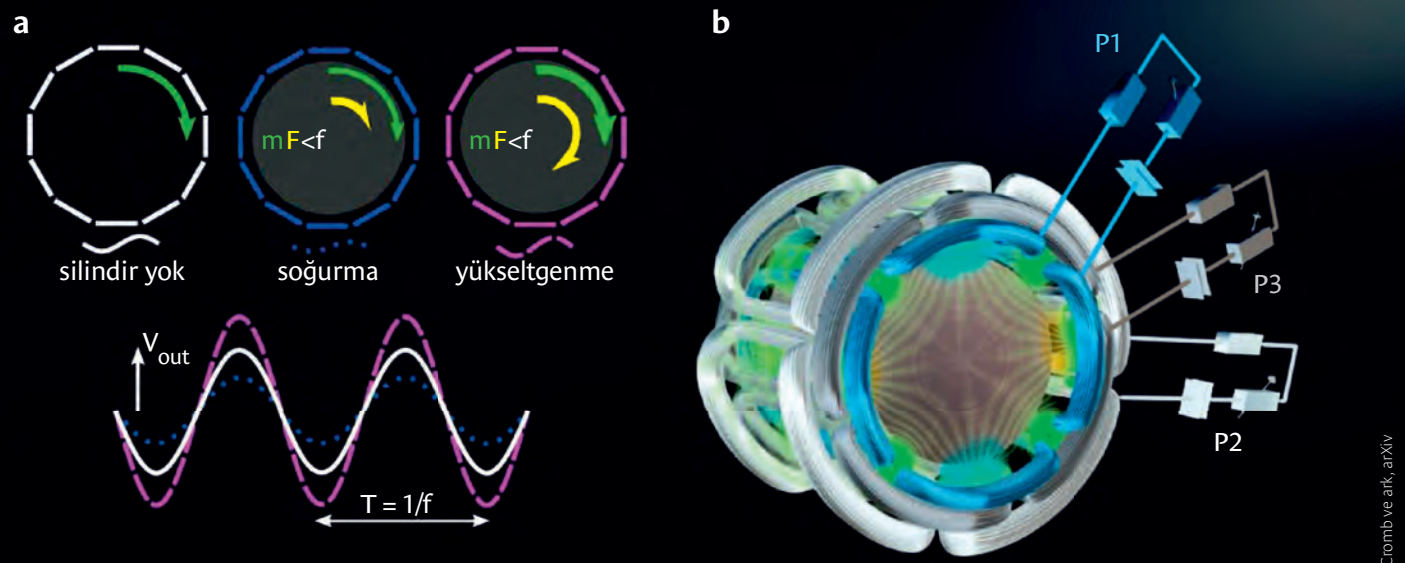
İngiltere'deki Southampton Üniversitesinden Hendrik Ulbricht ve arkadaşları yakın zamanlarda laboratuvar ortamında kara delik bombasını gerçeğe dönüştürdü. Araştırmacılar, metal silindirler ile yaptıkları deneylerde elektromanyetik süperışımayı gözlemlemeyi başardı.

Kara delik bombasının üretilmesine giden yolda en önemli aşama, süperışımanın gözlemlenebileceği koşulların nasıl oluşturulabileceğinin anlaşılması oldu: Araştırmacılar,

dalgalı akım devreleri kullanarak ışık ışınlarının özelliklerini deneyler sırasında metal silindirlerin ulaşabildiği dönme hızına uygun biçimde ayarlamayı başardı. Geliştirilen düzeneğin basit bir yapısı var: Kendi etrafında dönebilen metal silindirin yanı sıra bir indüksiyon motoru ile kapasitör ve dirençlerden oluşuyor. Metal silindirin etrafında yerleştirilen elektronik cihazlar hem manyetik alan oluşturarak elektromanyetik dalgaların üretilmesine yol açıyor hem de elektromanyetik dalgaları metal silindire doğru yansıtarak ayna görevi görüyor. Ölçümler, süperışıma için gerekli koşullar oluştuğunda sistemdeki voltajın Zel'dovich'in kuramsal hesaplarıyla uyumlu biçimde üstel olarak hızla arttığını gösteriyor. Bu sonuçlar, kara delik bombasının elektromanyetik versiyonunun ilk kez gerçeğe dönüştürüldüğü anlamına geliyor. Her ne kadar araştırmacıların geliştirdiği deney düzeneği "bomba" olarak adlandırılsa da askerî amaçlar için kullanılabilecek bir silah değil. Düzeneğin ortaya çıkardığı enerji sadece milijoule ölçeğinde.

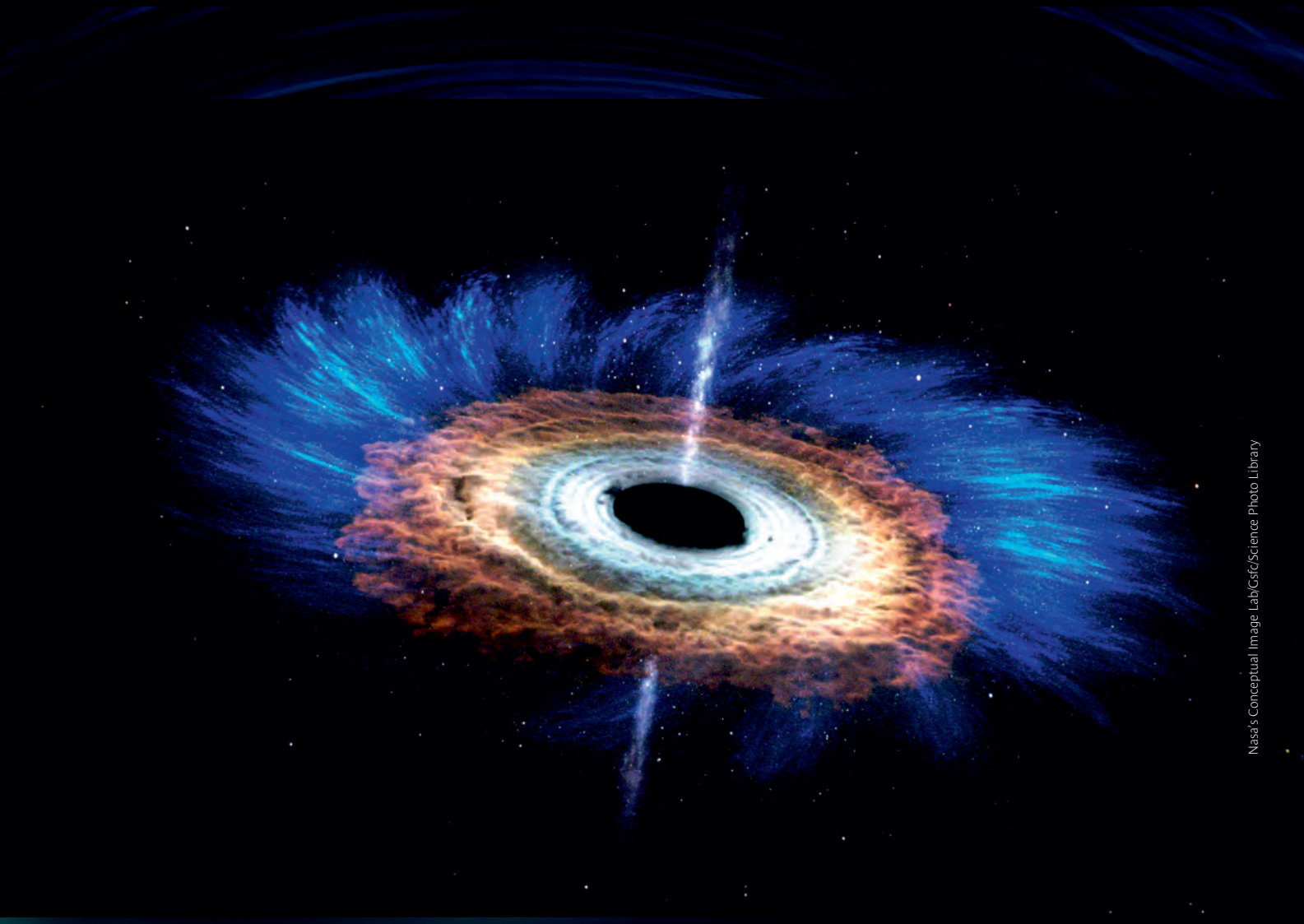
Araştırmacılar aynı deney düzeneği ile vakum salınımlarından kaynaklanan süperışımayı da gözlemlemeye çalışmış. Ancak deneyler oda sıcaklığında yapıldığı ve dolayısıyla ortamdaki termal salınımlar yüksek olduğu için bu amaca ulaşılamamış. Fakat deneyler, metal silindirin dönme hızı uygun bir biçimde seçildiğinde termal gürültüden kaynaklanan elektromanyetik dalgaların da yükseltgendiğini gösteriyor. Dolayısıyla geliştirilen düzeneğin "neredeyse hiçbir şeyden" enerji ürettiği söylenebilir. Deneyler ayrıca beklendiği gibi metal silindirin enerjisi azalmaya devam ettikçe bir noktadan sonra süperışımanın durduğunu gösteriyor.

Çekiminden ışığın bile kurtulamadığı kara deliklerin enerji kaynağı olarak kullanılabileceğini gösteren kuramsal çalışmalar elli yıldan eski olsa da bu kuramsal çalışmaları doğrulayan deneyler ilk kez yakın zamanlarda gerçekleştirildi. Kendi etrafında dönen metal



M. Cromb ve ark, arXiv

Süperışımanın ortaya çıkması için gerekli koşullar (a) ve kara delik bombası düzeneğinin şeması (b).



Nasa's Conceptual Image Lab/Gsfc/Science Photo Library

silindirler ile yapılan deneyler, süperışıma yoluyla enerji elde etmenin mümkün olduğunu gösteriyor.

Araştırmacılar gelecekte benzer deneylerin kuantum versiyonunu da gerçekleştirmeyi, fiziksel boşluktaki kuantum salınımlarından süperışıma yoluyla enerji elde etmeye çalışmayı planlıyor.
Elde edilen sonuçlar gelecekte çeşitli hipotezlerin test edilmesi için de yararlı olabilir. Örneğin kara deliklerden doğal parçacık detektörleri gibi yararlanılabilir: Karanlık maddeyi oluşturduğu öne sürülen axionlar ya da karanlık madde parçacıkları arasındaki etkileşimlere aracılık ettiği düşünülen karanlık fotonlar gibi farazi parçacıkların, eğer gerçekten de böyle parçacıklar varsa, kara deliklerden kazandıkları enerji sayesinde daha kolay bir biçimde tespit edilmeleri mümkün olabilir. Laboratuvar ortamındaki kara delik bombalarıyla bu ve benzeri hipotezler daha kolay ve daha hassas bir biçimde test edilebilir. ■

Kaynaklar

• Cromb, M., ve ark., "Creation of a black hole bomb instability in an electromagnetic system", arXiv:2503.24034v1, https://arxiv.org/abs/2503.24034, 31 Mart 2025.
• Bischoff, M., "Physicists Build a 'Black Hole Bomb' in the Laboratory", *Scientific American*, https://www.scientificamerican.com/article/how-to-build-a-black-hole-bomb/, 12 Mayıs 2025.

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol [*merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr*

Boy_Anupong / GettyImages

Bitkilerde Güneş Yanığı Olur mu?

Bitkiler fotosentezle kendi besinlerini üreterek yaşamlarını idame ettirmek için güneş ışığına ihtiyaç duyar. Klorofil pigmenti tarafından soğurulan ışığın enerjisi, glikozun üretildiği kimyasal süreçlerde kullanılır. Ancak insanlar ve diğer pek çok canlı gibi bitkiler de yüksek enerjili güneş ışınlarından olumsuz etkilenebilir. Onlar da bu ışınlardan kendilerini korumak için çeşitli yöntemler uygulamak zorunda.

Görünür ışığın farklı renkleri, farklı miktarlarda enerjiye sahiptir. Örneğin ana ışık renklerinden kırmızı, yeşil ışıktan daha düşük enerjilidir. Maviyse yeşil ışıktan daha yüksek enerjiye sahiptir. Bitkiler fotosentez sırasında görünür ışığın dalga boyu aralığının önemli bir bölümünü soğururken yeşil ışığı büyük oranda yansıtır . Bu nedenle bitkilerin fotosentez yapan bölümleri, büyük ölçüde yansıttıkları bu ışığın renginde görünür.

Mavi ışıktan daha yüksek enerjiye sahip olan morötesi ışığın bir bölümü, canlılar için yaşamsal öneme sahip DNA gibi moleküllerdeki bağlara zarar verebilecek ölçüde yüksek enerjilidir. İnsan cildi bu ışığın potansiyel zararlarından korunmak için melanin adlı koyu renkli pigmenti üretir. Güneş ışığına uzun süre maruz kalmaksa güneş yanıklarına neden olur.

İnsanlar uzun süre güneş ışığına maruz kalmamak için gölgelik alanlara geçmek gibi seçeneklere sahipken yerleşik canlılar olan bitkilerin böyle bir seçeneği yoktur. Bitkiler, fotosentez sürecinde görev yapan genlere, klorofil moleküllerine ve kritik işlevlere sahip proteinlere zarar vererek besin üretme kapasitelerini düşüren yüksek enerjili ışınlara karşı farklı çözümlere sahiptir.

Çoğu bitkisel organizmada, morötesi ışığı algılayabilen UVR8 adındaki protein bulunur . Bu protein, morötesi ışığın yol açtığı hasarın önlenmesi ve DNA onarımında rol alacak moleküllerin üretilmesi için hücrelere sinyal gönderebilir. Bitkilerin sahip olduğu sinapik asit ve flavonoid türü molekülleri içeren pek çok kimyasal madde, morötesi ışınları soğurarak bitkinin zarar görmesinin önüne geçmeye yardımcı olur . Yani bu kimyasal "yardımcıların" doğal güneş kremi özelliğine sahip oldukları söylenebilir.

Bu önlemlere rağmen bitkiler uzun süre morötesi ışınlara maruz kaldığında ya da koruyucu kimyasal maddeleri yeterli miktarda üretemediğinde bitki hücreleri zarar görebilir. Yaprak yanıklığı adı verilen bu hasar, bitkilerin susuz kalması durumunda daha sık gözlenir. Çünkü bitkinin yeterli miktarda suya sahip olmaması, üretilen koruyucu kimyasal maddelerin zarar gören bölgeye ulaşmasını zorlaştırır.

Kaynaklar

acs.org/pressroom/presspacs/2014/acs-presspac-october-29-2014/why-plants-dont-get-sunburn.html
sciencefocus.com/nature/why-dont-plants-get-sunburn
theconversation.com/why-dont-plants-get-sunburn-62315

Nemli Havalarda Neden **Saçlar Kabarır** veya **Kıvrılır?**

Uzun saçlı insanlar, özenle hazırlayıp şekillendirdikleri saçlarının değişken hava koşullarında neye dönüşeceğini kestirmekte zorlanabilir. Hava nemliyse dışarı adım attıkları andan itibaren saçları kıvrılmaya, bükülmeye ve kabarmaya başlayabilir. Hava, tek başına bu değişimlerden sorumlu değildir. Saç tellerindeki kimyasal etkileşimleri de dikkate almak gerekir.

Nemin saçları nasıl etkilediğine geçmeden önce saç telinin yapısına bir göz atalım. Saç telleri büyük oranda keratin adı verilen uzun, lifli yapıdaki protein demetlerinin bir araya gelmesiyle oluşur. Saç tellerinin ve dolayısıyla saçların tamamının nasıl bir şekle bürüneceği bu proteinlerin birbirine nasıl tutunduğuna bağlıdır. Keratin molekülleri güçlü ve zayıf kimyasal etkileşimlerin birleşimiyle bir arada kalır.

Keratin moleküllerini oluşturan amino asitlerin önemli bir bölümünde kükürt atomları bulunur. Birbirine yakın konumdaki keratin zincirlerinde bulunan kükürt atomları arasında disülfür adı verilen güçlü bağlar oluşur. Saç tellerine dayanıklılık ve sağlamlık özelliği kazandıran temel etken bu bağlardır. Keratin moleküllerini âdeta birbirine kilitleyen disülfür bağları sayesinde saç teli ıslak, nemli ya da kuru ortam koşullarından etkilenmeksizin mevcut formunu koruma eğiliminde olur.

Boyloso / iStock

Saç telindeki zayıf kimyasal etkileşimler ise keratin ve su molekülleri arasında kurulan hidrojen bağlarıdır. Bu etkileşim türünde bir su molekülü, iki farklı keratin zincirine tutunarak zayıf bir şekilde bir arada kalmalarına yardımcı olur. Hidrojen bağı hayli kararsız bir etkileşim türü olduğu için saç telindeki su molekülü sayısı değiştiğinde keratinlerin birbirine tutunma biçimleri de farklılık gösterir. Böyle bir durumda pek çok hidrojen bağı koparken farklı konumlarda yenileri oluşur ve saç telinin şekli değişebilir.

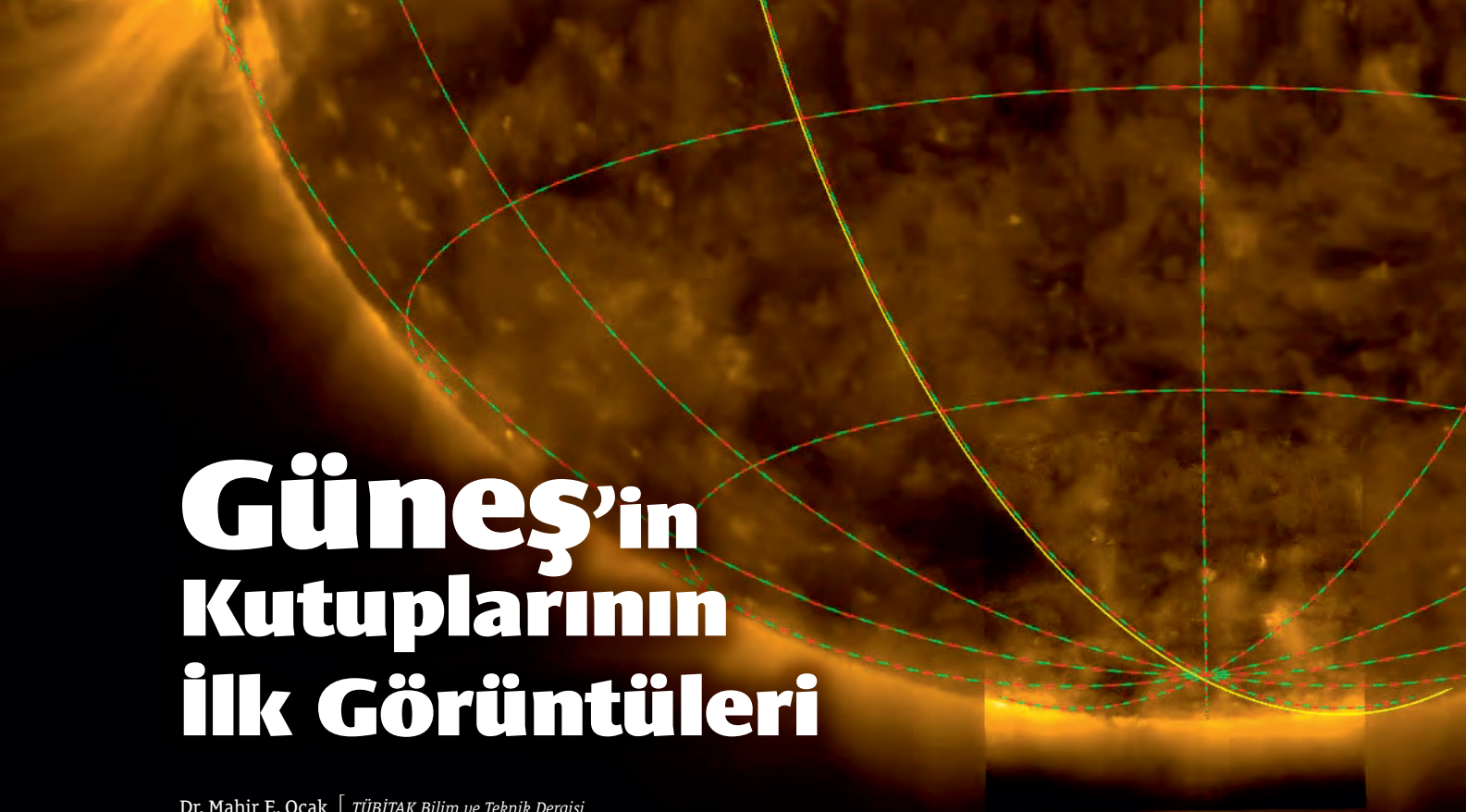
Nem oranı yüksek havada keratin moleküllerindeki değişimleri öngörmek oldukça güçtür. Nemli havayla karşılaşan kuru saç tellerinden bazılarında, keratinlerin kümelendiği bölgeler su moleküllerini büyük oranda emebilir. Bazı tellerde emilim çok düşük oranda gerçekleşebilir hatta bazıları hiç su emmeyebilir. Bu durum, her saç telinin nemden farklı biçimde etkilenmesine, sonuçta düzensiz ve kabarık bir görünüm ortaya çıkmasına sebep olabilir. Ayrıca nem oranının çok yüksek olması, bazı saç tellerinin dış katmanlarının etrafında fazla sayıda hidrojen bağı oluşmasına yol açabilir. Bu da düzensizlik ve kabarmaya ek olarak saç tellerinin kendi üzerlerine katlanarak dalgalı ya da bukleli bir görünümün ortaya çıkmasına neden olabilir. ■

Kaynaklar

smithsonianmag.com/science-nature/why-humidity-makes-your-hair-curl-21127724
theconversation.com/why-does-your-hair-curl-in-the-summer-a-chemist-explains-the-science-behind-hair-structure-210767

Güneş'in Kutuplarının İlk Görüntüleri

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Güneş'in güney kutbu. Solar Orbiter uzay aracı Güneş'in kutuplarını ilk kez görüntüledi.

Solar Orbiter adı verilen uzay aracı 2020 yılında uzaya gönderilmişti. Avrupa ve ABD uzay ajanslarının (ESA ve NASA) beraber yürüttükleri proje kapsamında üretilen uydu yaklaşık beş yıldır Güneş'in etrafında dolanıyor. Üzerinde 10 ayrı bilimsel cihaz bulunan Solar Orbiter, Güneş'in yapısı ve Güneş'te meydana gelen süreçler ile ilgili veri topluyor. Projenin amaçları arasında Güneş'teki 11 yıllık manyetik alan döngüsünün detaylarının ve Güneş rüzgârının oluşumunun daha iyi anlaşılması var.

Solar Orbiter'ın en önemli amaçlarından biri de Güneş'in kutuplarını gözlemlemek. Dünya'daki bakış açımızdan Güneş'in kutuplarını incelemek kolay değildir. Çünkü ekliptik olarak adlandırılan Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin içinde bulunduğu düzlem ile Güneş'in ekvator düzlemi arasında sadece 7,25 derecelik bir açı vardır. Dünya'nın yörüngesi her yıl 6 Aralık ve 4 Haziran tarihlerinde Güneş'in ekvator düzlemiyle kesişir. Dünya her yıl 6 Aralık'ta ekvator düzleminin altına iner, 4 Haziran'da ekvator düzleminin üstüne çıkar. Ekliptik ile Güneş'in ekvator düzlemi arasındaki açının çok ufak olması nedeniyle Güneş'in kutupları Dünya'dan görülmez.

Solar Orbiter bu yılın başlarında Venüs'ün kütle çekiminden yararlanarak yörüngesini ekliptik düzleminin dışına çıkardı. Uzay aracı 23 Mart 2025'te Güneş'in ekvatoruna 17 derecelik bir açıyla bakıyordu. Bu bakış açısı Güneş'in güney kutbunu doğrudan görmesine de imkân verdi.

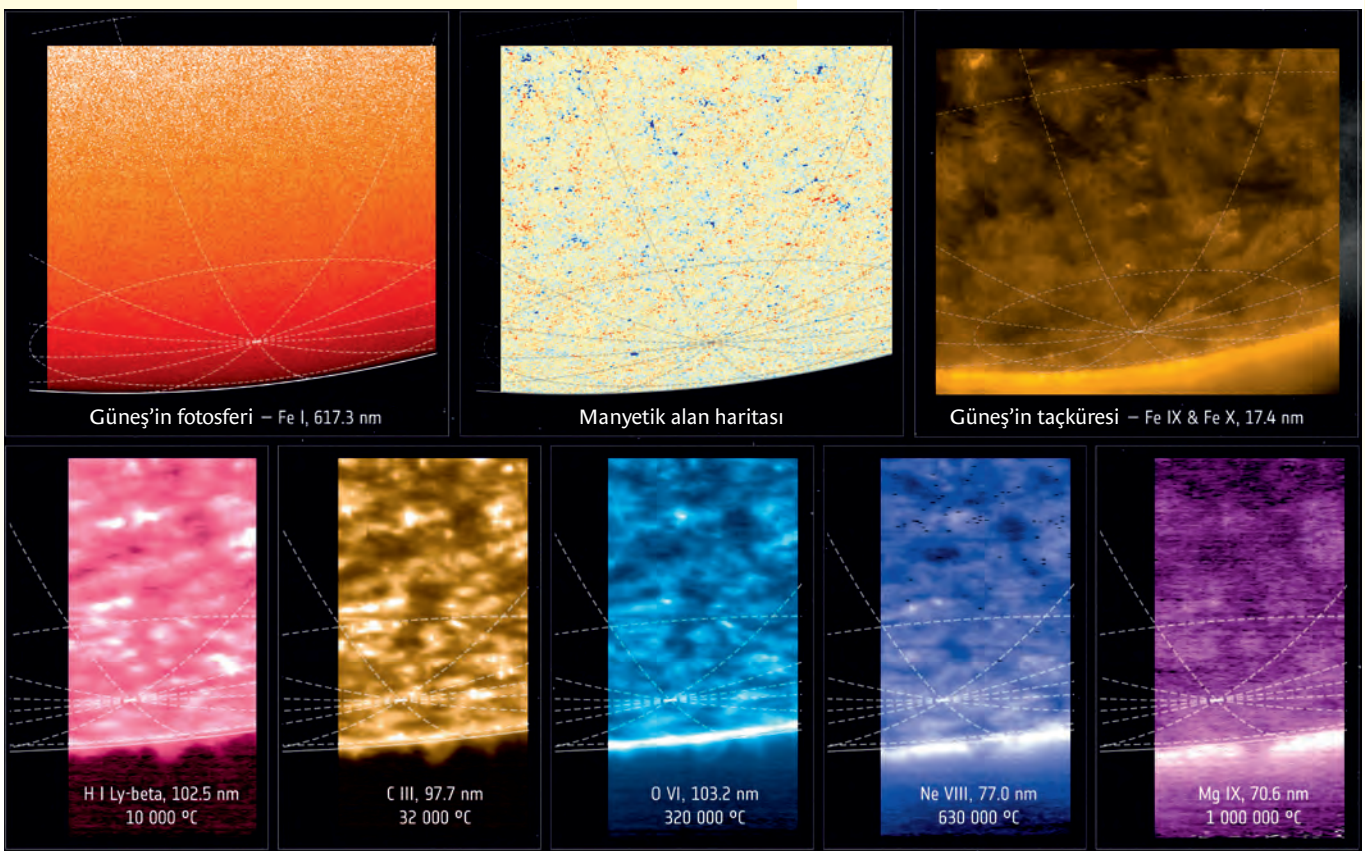
Solar Orbiter esasen Güneş'in kutuplarını detaylı olarak inceleyen ilk uzay aracı değil. Geçmişte yine ESA ve NASA'nın 1990-2009 döneminde ortaklaşa gerçekleştirdiği Ulysses görevinde de Güneş'in kutupları bilimsel cihazlarla incelenmişti. Ancak Ulysses'in üzerinde Güneş'in fotoğraflarını çekebilecek özellikte kameralar yoktu. Bu yüzden Güneş'in kutuplarını doğrudan görüntüleyen ilk cihaz ünvanını Solar Orbiter kazandı.

Solar Orbiter aşağıdaki görüntüleri üç ayrı bilimsel ölçüm cihazıyla elde etti: Polarimetrik ve Heliosismik Görüntüleyici (PHI), Ekstrem Morötesi Görüntüleyici (EUI) ve Taçküre Çevresini Spektral Görüntüleme Cihazı (SPICE).

PHI cihazı Güneş'i görünür ışıkla fotoğraflamanın (üstte solda) yanı sıra yüzeyindeki manyetik alanı da haritalıyor (üstte ortada). EUI, Güneş'in taç küresindeki milyonlarca derece sıcaklıktaki iyonlaşmış gazları görüntülüyor (alt sırada). SPICE ise Güneş'in yüzeyinin üzerindeki farklı sıcaklıklardaki gazlardan gelen ışığı yakalayarak Güneş'in atmosferindeki farklı katmanları gözler önüne seriyor (üstte sağda).

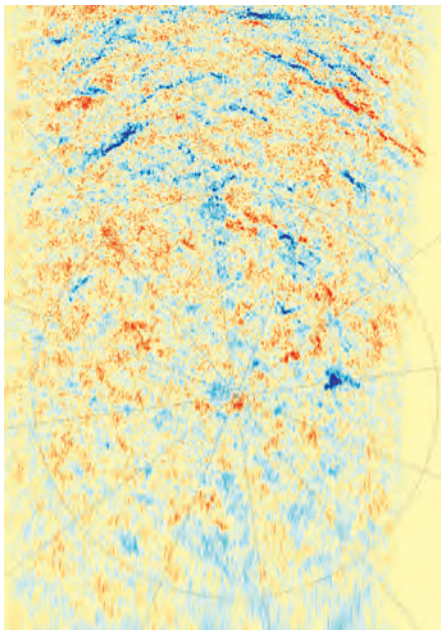
Üç ayrı cihazın elde ettiği görüntüleri karşılaştırarak Güneş'in dış katmanlarındaki madde akışı hakkında bilgi edinilebilir.

ESA



ESA

Solar Orbiter'ın 16-17 Mart tarihlerinde topladığı verilerden elde edilmiş çeşitli görüntüler. Uzay aracı, verileri topladığı tarihte Güneş'in ekvatoruna 15 derecelik açıyla bakıyordu. Birkaç gün sonra 17 derecelik maksimum görüş açısına ulaştı.



ESA

Güneş'in güney kutbundaki manyetik alanın haritası. Görselde manyetik kuzey kutupları kırmızı, manyetik güney kutupları ise mavi renkle işaretlenmiş. Daha koyu tonlar daha güçlü bir manyetik alanın varlığını gösteriyor.

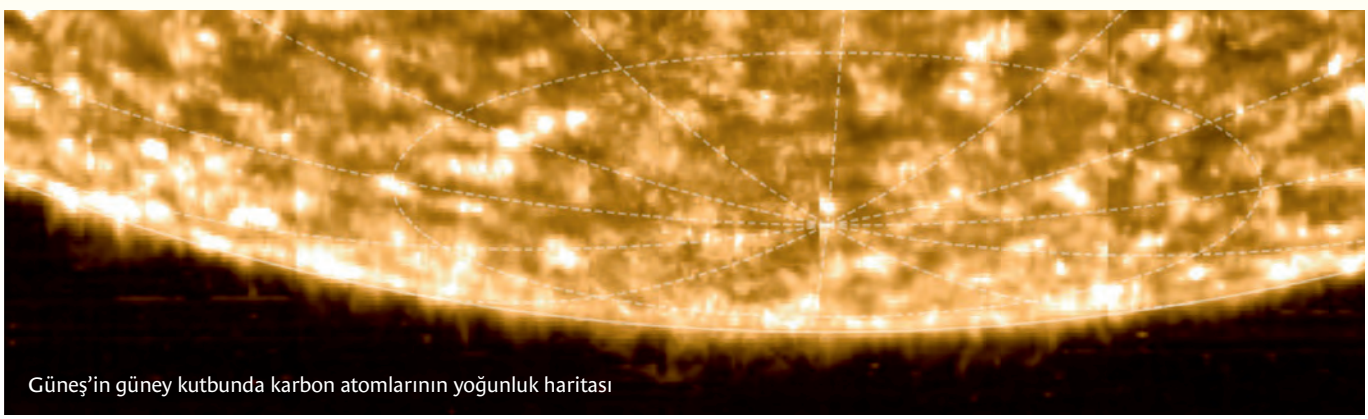
Görseldeki en dikkat çekici nokta, Güneş'in güney kutbundaki manyetik alanın tam bir karmaşa hâlinde olması. Güney kutbunun civarında farklı büyüklüklerde hem manyetik güney kutupları hem de manyetik kuzey kutupları var.

Güneş'in kutup bölgelerindeki manyetik alanın bu tür bir karmaşa hâlinde olması sıradan bir durumdur. Güneş'in manyetik kutupları, coğrafi kutupları civarında yer alır ve her 11 yılda bir manyetik kutuplar işaret değiştirir. Bu döngünün, solar maksimum olarak adlandırılan, manyetik kutupların işaret değiştirdiği dönemlerinde Güneş'in kutupları civarındaki manyetik alan, küçük ölçekte PHI'nın elde ettiği görüntüdeki gibi karmaşa hâlinde olur. Büyük ölçekte ise manyetik alan yok olur. Şu an bir solar maksimum dönemindeyiz. Önümüzdeki 5-6 yıl içinde Güneş'in manyetik alanı yavaş yavaş daha düzenli bir yapı kazanacak ve kutuplar civarında tek bir manyetik kutup ortaya çıkacak. Böylece yeni bir solar minimum dönemine ulaşılacak.

Güneş'in 11 yıllık manyetik döngüsünün nasıl gerçekleştiği tam olarak anlaşılabilmiş değil. Solar Orbiter'ın bir solar maksimum döneminde Güneş'in kutuplarını gözlemlemesi bu açıdan çok önemli.

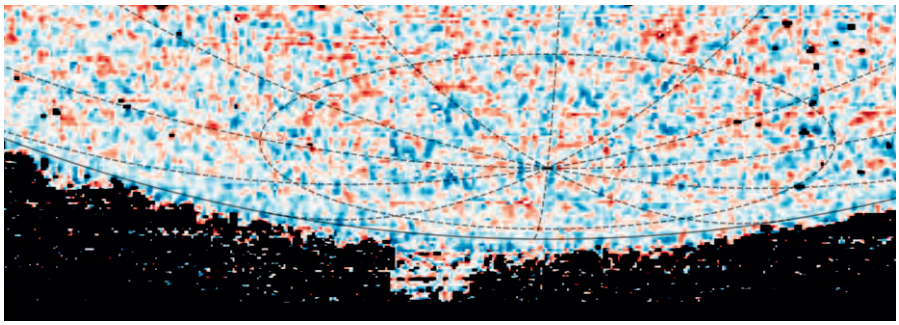
SPICE cihazı beş yıldır Güneş'ten yayılan ışık ışınlarını analiz ederek hidrojen, karbon, oksijen, neon ve magnezyum gibi elementlere ait sinyaller tespit ediyor. Böylece Güneş'in farklı katmanlarında meydana gelen süreçlerin daha iyi anlaşılmasını sağlıyor.
SPICE'ın imza attığı ilklerden biri Güneş'teki farklı tür atomların farklı katmanlardaki hareket hızlarını tespit etmek oldu. Yaklaşan bir ışık kaynağından ulaşan ışığın frekansı maviye (daha yüksek frekanslara), uzaklaşan bir ışık kaynağından ulaşan ışığın frekansı kırmızıya (daha düşük frekanslara) kayar. Doppler kayması olarak adlandırılan bu olgu sayesinde bir ışık kaynağının hareket hızı tespit edilebilir.

Yandaki sayfanın üst kısmındaki grafikte Güneş'in "geçiş katmanı" olarak adlandırılan, sıcaklığın 10.000 santigrat dereceden hızla yüzbinlerce santigrat dereceye yükseldiği ince bir katmanında karbon iyonlarının hareket hızları görülüyor.



Güneş'in güney kutbunda karbon atomlarının yoğunluk haritası

ESA



ESA

Karbon atomlarının SPICE cihazına hangi hızla yaklaştığını ya da uzaklaştığını gösteren hız haritası. Haritadaki mavi tonlar karbon iyonlarının Solar Orbiter uzay aracına doğru ne kadar hızlı yaklaştığını, kırmızı tonlar ise uzay aracından ne kadar hızlı uzaklaştığını gösteriyor.

Güneş, uzaya Güneş rüzgârı olarak adlandırılan elektrik yüklü parçacıklar yayar. SPICE'ın yaptığı ölçümler, Güneş rüzgârının oluşum sürecinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacak. Cihaz, Güneş rüzgârının bileşimini belirlemenin yanı sıra hangi tür parçacıkların Güneş yüzeyinin hangi bölgesinden yayıldığını da tespit edecek.

Güneş'in manyetik alanındaki değişimleri ve Güneş rüzgârının oluşumunu anlamak Dünya'daki yaşam açısından da önemli. Örneğin "taçküre kütle atımı" olarak adlandırılan "Güneş fırtınaları" sırasında yüksek miktarda plazma, Güneş'ten gezegenler arası uzaya yayılıyor. Dünya'nın yakınlarına kadar ulaşan elektrik yüklü parçacıklar Dünya'nın manyetosferinde jeomanyetik fırtınalara yol açıyor. Yerküreyi çevreleyen koruyucu manyetik kalkandaki bu fırtınalarsa hem Dünya'nın etrafında dolanan uydulara hem de yeryüzündeki elektrik şebekelerine zarar verebiliyor. Jeomanyetik fırtınalara karşı hazırlıklı olmanın yolu ise "uzaydaki hava durumunu" en iyi şekilde tahmin edebilmekten ve dolayısıyla Güneş'te meydana gelen süreçleri iyi anlamaktan geçiyor. Solar Orbiter'ın yeni yörüngesinde topladığı verilerin büyük kısmı hâlen analiz edilmeyi bekliyor.

Uydunun, Güneş'in bir kutbundan diğer kutbuna yolculuğu boyunca topladığı tüm verilerin Ekim 2025'te Dünya'ya ulaşması bekleniyor.

İlerleyen yıllarda Solar Orbiter, ekliptikten uzaklaşmaya devam edecek. 2029 yılında uydunun yörünge düzlemiyle Güneş'in ekvatoru arasındaki açı 33 dereceye kadar çıkacak. Böylece Güneş'in kutupları daha geniş bir açıdan gözlemlenecek. ■

ESA

Kaynak

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Solar_Orbiter/Solar_Orbiter_gets_world-first_views_of_the_Sun_s_poles

Antimadde
Laboratuvar Dışına Çıktı

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

CERN araştırmacıları antimaddeyi laboratuvar dışına çıkarıp bir yerden bir başka yere nakletmek için bir cihaz geliştirdi. Üretildiği tesislerin dışında da incelenmesine imkân verecek cihaz sayesinde antimadde üzerinde bugüne kadarkilerden çok daha hassas deneylerin yapılması mümkün olacak.

Antimadde, parçacık fiziğinin standart modelinde önemli bir yer tutuyor. Fermiyon grubu parçacıklar olarak adlandırılan tüm madde parçacıklarının antiparçacıkları da var. Madde ve antimadde parçacıklarının kütleleri aynı, elektrik yükü ve diğer tüm kuantum yükleri ise zıt işaretli.

Madde ve antimadde birbirini yok ederek enerjiye dönüşebiliyor ya da enerjiden madde ve antimadde parçacıkları oluşabiliyor. Örneğin bir elektron ve bir pozitron (antielektron) kaynaşarak bir foton oluşturabilir. Bu sırada parçacıkların toplam kütlesi meşhur $E=mc^2$ denklemine uygun bir biçimde enerjiye dönüşür. Benzer biçimde bir foton da uygun koşullarda bir elektron-pozitron çifti oluşturabilir. Bunun gerçekleşebilmesi için de fotonun enerjisinin ortaya çıkan parçacıkların toplam kütle enerjisinden fazla olması gerekir.

Bugün antimaddenin doğası hakkında hâlâ bilinmeyenler var. Örneğin Büyük Patlama'nın eşit miktarda madde ve antimadde üretmiş olması beklenir.

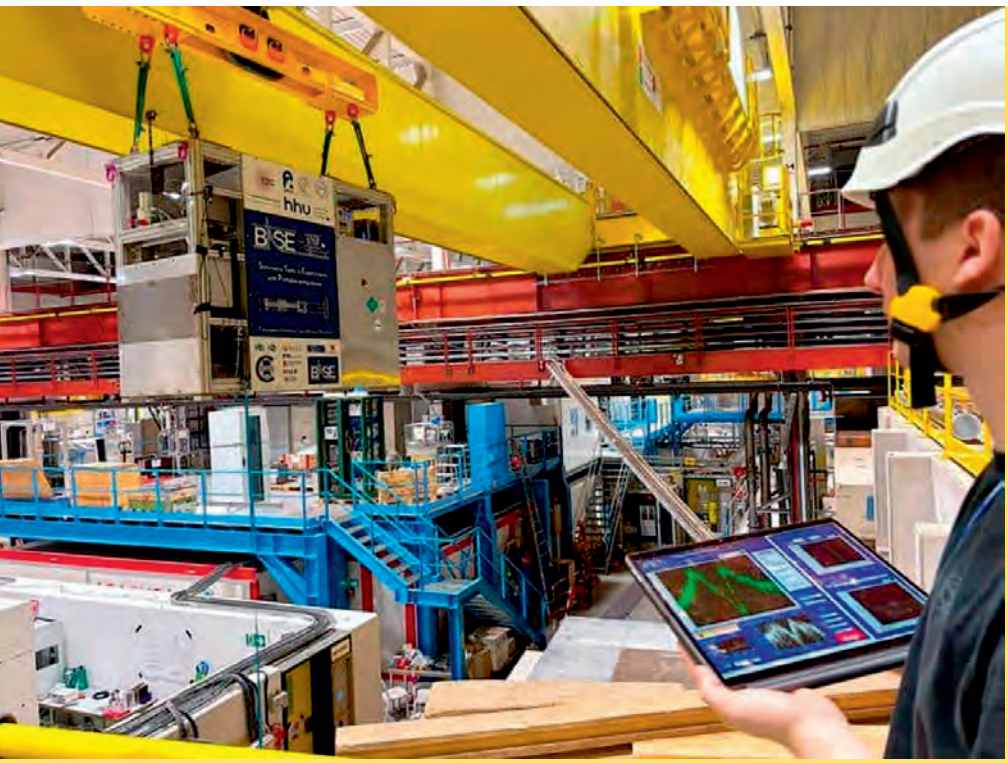
BASE / Maira Latacz

Peki öyleyse bugün evren neden çok büyük oranda madde parçacıklarından oluşurken anti madde parçacıklarının miktarı ise çok az? Bu madde-antimadde asimetrisinin ortaya çıkmasına madde ve antimaddenin uyduğu fizik yasaları arasındaki hangi farklar yol açmış olabilir?

Antimadde ile ilgili bilinmeyenlere cevap bulmanın yolu deneyler ve gözlemlerden geçiyor. Ancak antimadde ile ilgili deneyler yapmak pek kolay değil. En önemli sorunlardan biri büyük miktarda antimadde üretip depolayabilmek. Çünkü madde ve antimadde bir araya geldiğinde birbirini yok ederek enerjiye dönüşüyor.

Antimaddeyi depolayıp bir yerden bir yere aktarmak kolay olmadığı için bugüne kadar antimadde üzerine yapılan deneylerin tamamı antimaddenin üretildiği tesislerde gerçekleştirilmişti. Ancak yakın gelecekte bu durum değişecek. CERN'deki BASE (Baryon-Antibaryon Symmetry

BASE / Julia Jäger



Experiment) deneyinde çalışan araştırmacılar, antimaddenin bir yerden başka bir yere aktarılmasına imkân verecek bir cihaz geliştirdi.

BASE-STEP (BASE-Symmetry Tests in Experiments with Antiprotons) adı verilen cihazda antimadde parçacıklarını bir hacmin içine hapsetmek için altın kaplama bakır elektrotlar kullanılıyor. Ayrıca bu kapan sistemi, antimadde parçacıklarının kabın duvarlarına çarpmasını daha da zorlaştıran süperiletken mıktanıslarla destekleniyor. Kapanın içindeki basınç 10^{-19} bara kadar düşürülüyor. Bu aşırı düşük basınçlı ortamda "geriye kalan" hava moleküllerinin miktarı antimadde parçacıklarıyla çarpışmalarını neredeyse imkânsız hâle getirecek kadar düşük kalıyor.

Araştırmacılar geliştirdikleri sistemi CERN'ün Meyrin kampüsünde başarıyla test etmiş. BASE-STEP'in yaklaşık dört saat boyunca kampüs içinde dolaştırıldığı testler sırasında antimadde parçacıkları yerine 100 civarında proton içeren bir madde bulutu kullanılmış. Ancak aynı sistemde antimadde parçacıklarını taşımak için yapılması gereken tek şeyin, kapandaki elektrotların polaritesini yani kutuplarının işaretini değiştirmek olduğu belirtiliyor.

Geliştirilen antimadde taşıma sisteminin kütlesi 850-900 kilogram civarında. Dolayısıyla forkliftlerle ya da vinçlerle tanışabilecek derecede hafif bir sistem. Ayrıca yeryüzündeki düşey yönde **1g**'lik (9,8 m/s^2) yer çekimine ek olarak herhangi bir yönde **1g** ile ivmelenirken de başarıyla çalışmaya devam ediyor.

BASE araştırmacılarının ilk hedefi CERN'deki "Antimadde Fabrikası"nda (AMF) üretilen antiprotonları şu an Almanya'daki Heinrich Heine Üniversitesinde kurulumu devam eden bir laboratuvara taşımak olacak. CERN'deki BASE deneyleri sırasında protonların ve antiprotonların manyetik momentleri (yük/kütle oranları) ölçülüyor. CERN'deki deney ortamı bu ölçümlerin trilyonda 16 hata payıyla yapılmasına imkân veriyor. Her ne kadar bu deneyler baryonlar (proton ve nötron gibi üç kuarktan oluşan parçacıklar) üzerinde madde/antimadde simetrisi üzerine yapılmış en hassas deneyler ünvanını elinde bulundursa da araştırmacılar gelecekte daha hassas deneyler yapmayı amaçlıyor. Ancak CERN'deki sistem buna uygun değil. Çünkü CERN'deki Antimadde Fabrikası'nın ürettiği antiprotonları yavaşlatmak için kullanılan ekipmanların sebep olduğu manyetik alan salınımları daha hassas ölçümler yapılmasına engel oluyor. Heinrich Heine Üniversitesinde yapılacak ölçümlerin kesinliği ise CERN'dekilerin yüz katı olacak. Bu sayede madde ve antimaddenin özellikleri ve davranışları arasında ne gibi farklar olduğu hakkında daha iyi sonuçlar elde edilebilecek. ■

Kaynaklar

- Leonhart, M., ve ark., "Proton transport from the antimatter factory of CERN", *Nature*, https://doi.org/10.1038/s41586-025-08926-y, 2025.
- Dumé, I., "Protons take to the road", *Physics World*, https://physicsworld.com/a/protons-take-to-the-road/, 16 Mayıs 2025.

Doğanın "Görünmeyen" Mimarları

Kara Yosunları

Hayriye Yetiş Avcı [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Ormanda yürürken bazen bir ağaç gövdesinde bazen de bir kaya üzerinde kendine yer bulmuş, yeşil keçe benzeri bir görüntüyle sıklıkla karşılaşmışsınızdır. Bu görüntüdeki bitki, karasal ekosistemlerde en yaygın bulunan canlılardan biridir ve ormanlardan şehir içindeki bina duvarlarına, parklara kadar birçok farklı ortamda kendine yaşam alanı bulabilir. Çiçeği ve kendini toprağa bağlayan güçlü bir kökü olmadığı için "sadeliği" nedeniyle zaman zaman gözümüzden kaçabilen, ekosistemler üzerinde önemli bir etkiye sahip olan bu canlıların adı kara yosunları (*Bryophyte*).

Kara yosunlarının yaşam döngüsü uzun yıllardır araştırılan konulardan biri olsa da bu canlıların biyoçeşitlilik ve iklim üzerindeki etkisi, besin döngüsündeki rolü ve toprak sağlığıyla ilişkisi gibi ekolojik dengeyle olan bağlantısına dair kapsamlı çalışmaların tarihi çok yeni. Gelin bu güncel çalışmalar ışığında kara yosunlarının ekosistemler üzerindeki etkilerine yakından bakalım.

Ortamda yeterli miktarda su olmaması ya da canlının var olan suyu kullanamaması, oksijen eksikliği gibi olumsuz çevre koşullarına yanıt olarak canlı metabolizmasının neredeyse durma seviyesine gelmesi, kriptobiyoz olarak adlandırılır. Bu durumdaki canlıların üremesi ve gelişmesi durur fakat kriptobiyoz hâli canlılara yaşamlarını devam ettirme imkânı sağlar. Metabolizmayı askıya alma olarak tanımlanabilen bu durum çeşitli omurgasız hayvanlar ve bitkilerde görülür. Organizmanın hücre sayısı, yüzey alanı ve hacmi gibi faktörler, kriptobiyozda kalma süresini etkiler.

Tıpkı damarlı yeşil bitkiler gibi klorofil pigmentine sahip kara yosunları, fotosentez yoluyla besin üretir. Su ve besin iletim sistemlerine sahip damarlı bitkilerden farklı olarak ise kara yosunlarında özelleşmiş damar dokuları bulunmaz. Bunun yerine su ve suda çözünmüş mineraller çoğunlukla bu bitkilerin dış yüzeyiyle emilir ve doğrudan hücrelerine geçer. Yüzeylerinin büyük bir kısmı çevreyle temas hâlinde olduğu için ortam nemi azaldığında ise hızla su kaybederler. Su kaybıyla birlikte metabolik faaliyetlerinin neredeyse tamamen durduğu bir "uyku hâline" geçerler. Kriptobiyoz olarak adlandırılan bu uyku hâli, özellikle kurak ortamlarda hayatta kalmaları için kara yosunlarına büyük bir avantaj sağlar. Az miktarda bile olsa neme maruz kaldıklarında ise metabolizmalarını tekrar aktif hâle getirebilirler. Bu durum onlara çöl, taş yüzeyleri ve ağaç kabukları gibi suya düzenli erişilemeyen yerlerde bile yaşama imkânı sunar.

Kara yosunlarının gelişimi diğer damarlı bitkiler gibi ışık, sıcaklık ve su gibi çevresel koşulların uygun olduğu belirli mevsimsel dönemlerle sınırlı olmayıp yılın herhangi bir bölümünde havanın elverişli olduğu zamanlarda devam edebilir. Ayrıca kara yosunları, damarlı bitkilerde olduğu gibi besin maddelerini ve suyu topraktan alıp gövdeye ileten gerçek bir köke sahip değildir, bu amaçla rizoid adı verilen kök benzeri basit yapılar içerir. Bu yapılar kara yosunlarının yüzeylere tutunmasını sağlar.

Damarlı bitkilerde olduğu gibi gerçek bir köke değil, rizoid adı verilen kök benzeri yapılara sahip olan kara yosunları kayaların, tuğla duvarların hatta ahşap yapıların üzerinde bile büyüyebilir.

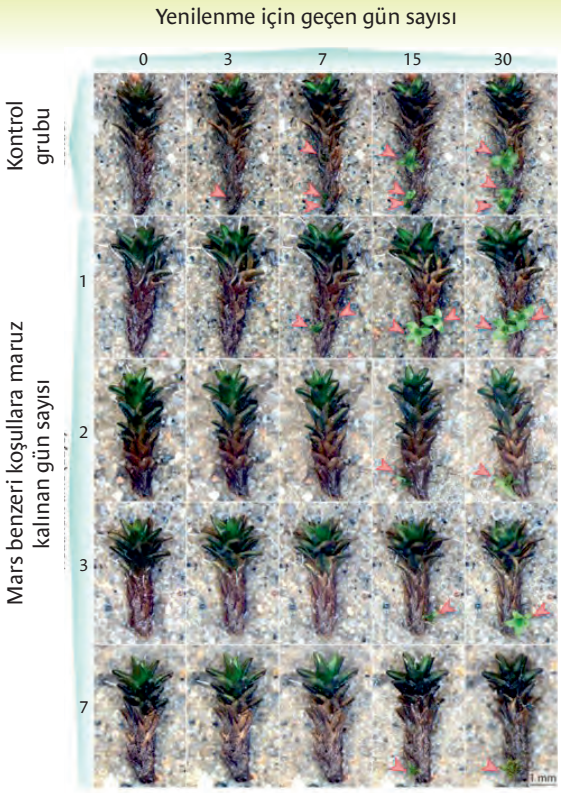
Buzlar Altında 15 Asırlık Yaşam

Tropikal bölgelerden Antarktika'daki buzullara kadar çok farklı koşullarda yaşayabilen kara yosunlarının bulundukları ortama uyum becerileri, ekolojik yönden önemli olmalarındaki temel sebepler arasında. Sonuçları *Current Biology* dergisinde yayımlanan bir araştırmada 1500 yıl boyunca buzların altında kalan Antarktika yosunlarının yeniden hayata döndürülmesi, bu uyum yeteneğinin çarpıcı örneklerinden biri. Yapılan araştırmada cansız gibi görünen yosunlar, büyüme için uygun sıcaklık ve ışık koşullarının sağlandığı bir kuluçka ortamına yerleştirildi. Uzun süre kriptobiyoz hâlinde kalan bu bitkiler, uygun koşullar altında canlılık belirtileri göstermeye başladı. Yaklaşık bir ay sonra yosunlarda büyüme gözle fark edilir düzeye ulaştı. Önceki çalışmalardan elde edilen bulgular, bir bitkinin su ve uygun ortam sıcaklığı olmadan yaklaşık 20 yıl hayatta kalabileceğini gösteriyordu. Organik madde içeren nesnelerin yaşını belirlemek için kullanılan radyokarbon tarihlendirme yöntemiyle araştırmaya dâhil edilen Antarktika yosunlarının yaşının yaklaşık 1.500 yıl olduğu anlaşıldı.

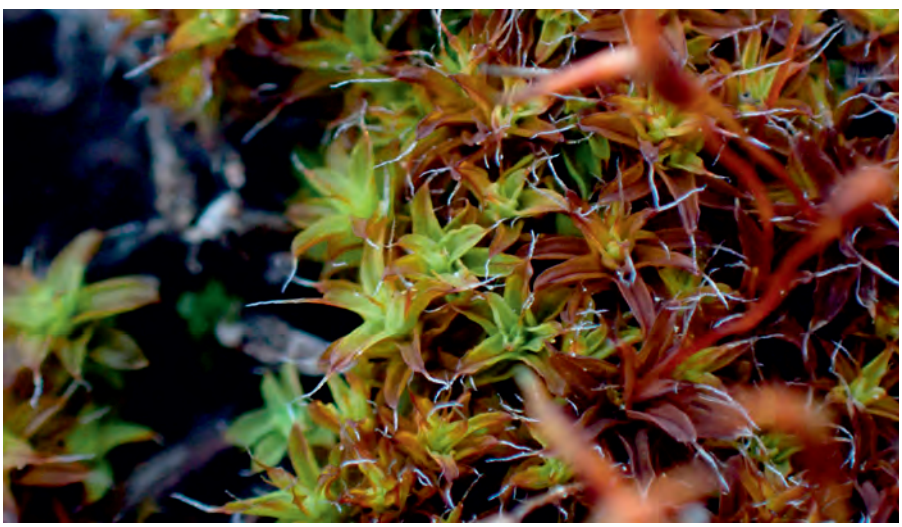
Zorlu Koşullara Karşı Üstün Dayanıklılık

Çöl yosunu olarak bilinen *Syntrichia caninervis* özellikle kurak bölgelerdeki zorlu çevre koşullarına dayanma yeteneğiyle bilinen bir kara yosunu türüdür. Geçtiğimiz yıl *The Innovation* dergisinde yayımlanan araştırma sonuçları, çöl yosunlarının -196 santigrat dereceye kadar düşen sıcaklıklarda bile hayatta kalabildiğini gösteriyor. İşin ilginç yanı laboratuvar ortamında test edilen bitki, çoğu bitkinin yaşamsal faaliyetlerinin durmasına neden olacak seviyede gama ışınlarına maruz kalması durumunda dahi hayatta kalmayı başardı. İnsanlar için radyasyon dozu 50 Gray olan gama ışınlarına maruz kalmak bile hayati tehlike oluşturabilirken çöl yosunları, 500 Gray gibi yüksek dozlarda bile büyümeye devam etti.

Birçok canlı için ölümcül olabilecek zorlu koşullarda hayatta kalabilme becerisi, çöl yosunlarını, insanlığın uzayda sürdürülebilir yaşam alanları kurma hedefi için umut vadeden bitki türlerinden biri hâline getiriyor. Araştırmayı yürüten bilim insanları, çöl yosunlarının dayanıklılığını test etmek için Mars gezegenindekine benzer koşullara sahip bir ortam oluşturdu. Bu ortam %95 oranında karbondioksitten oluşan, sıcaklığı -60 ila 20 santigrat derece arasında değişen, düşük basınçta ve yüksek morötesi ışık seviyelerine sahip atmosfer koşullarına sahipti. Kurutulmuş çöl yosunları 1, 2, 3 ve 7 gün olmak üzere farklı süreler boyunca bu koşullara maruz bırakıldı. Daha sonra sıcaklık, ışık ve nemin büyüme için uygun olduğu koşullar altına alınan bu bitkilerin, 30 gün içinde tamamen canlandığı ve yeniden filizlenmeye başladığı gözlemlendi. Sıcaklığın ve oksijen miktarının çok düşük, radyasyon miktarının ise hayli yüksek olduğu Mars benzeri ortamlarda bile hayatta kalmayı başaran çöl yosunları, gelecekteki uzay çalışmaları için umut vadediyor.



Görselde uygun koşullar altına alınan yosunların 30 gün içerisinde büyümesindeki değişimi yeni dal ve yapraklar oluşumlarıyla fark etmek mümkün. Kırmızı oklar, yeni filiz oluşumlarını işaret ediyor. Kontrol grubu ise Syntrichia caninervis yosununun uygun koşullarda 30 gün boyunca büyürken geçirdiği değişimi gösteriyor.



Syntrichia caninervis yosunu kurak bölgelerde yaygın olarak görülen bir kara yosunudur. Kuvars kayaların altında yaşarlar. Bu kayaçlar, nemli ve ılıman yapısı sayesinde kara yosunlarına uygun yaşam koşulları sağlar.

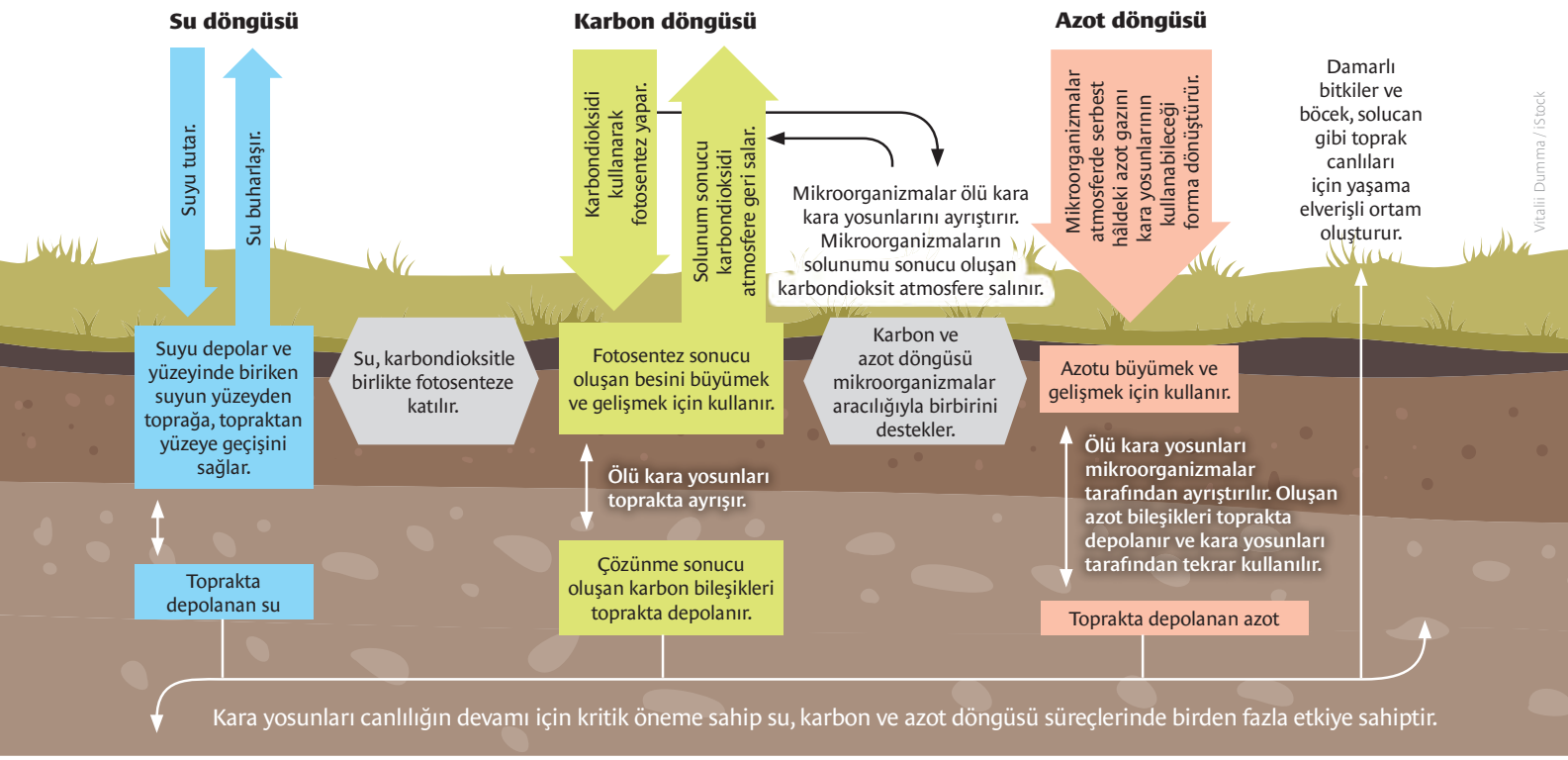
Kendisi Küçük, Etkisi Büyük Canlılar

Karasal ekosistemlerde en yaygın görülen canlılardan biri olan kara yosunlarının yaklaşık 13.000 türü bulunur. Özellikle kutup bölgeleri, çöller ve ormanlar gibi farklı yaşam alanlarında bitki biyokütlesinin önemli bir kısmını oluştururlar. Ancak kara yosunlarının toprak biyoçeşitliliği ve ekolojik denge üzerindeki etkileri, damarlı bitkiler kadar araştırılmış değil. Kara yosunlarının ekosistemler üzerindeki etkileri üzerine şimdiye kadar yapılmış en kapsamlı araştırma olan ve 2023 yılında *Nature Geoscience* dergisinde yayımlanan çalışmanın sonuçları, bu canlıların gezegenimizdeki birçok yaşamsal süreçteki kritik önemini gözler önüne seriyor.

123 farklı lokasyondan toplanan toprak örnekleriyle yürütülen bu çalışma, Antarktika'dan Avustralya'ya, Kuzey Amerika'dan Asya'ya kadar geniş bir coğrafyayı kapsıyor. Her bir lokasyonda yosunların kapladığı alanlar, damarlı bitkilerin kapladığı alanlar ve bitki örtüsüyle kaplı olmayan çıplak topraklar karşılaştırıldı. Toplamda 24 farklı toprak özelliğinin incelendiği çalışmada bu özellikler, 8 temel ekosistem hizmetiyle ilişkilendirildi. Bu ekosistem hizmetleri kara yosunlarının toprak biyoçeşitliliğini ve toprakta bulunan faydalı mikroorganizmaların dengesini koruma, besin döngüsünü ve organik maddelerin ayrışmasını sağlama, topraktaki patojenlerin yani hastalık yapıcı etmenleri kontrol etme gibi insanlara sunduğu doğrudan ya da dolaylı faydaları kapsıyor.

Karbon Deposu Kara Yosunları

Kara yosunları dünya üzerinde 9,4 milyon kilometrekareye yakın bir alan kaplıyor. Bu alanın büyüklüğü yaklaşık olarak Kanada ya da Çin'in yüz ölçümüne eş değer. Yapılan hesaplamalar, kara yosunlarıyla kaplı alanların çıplak topraklara kıyasla 6,43 milyar ton daha fazla karbon depolama kapasitesine



Vitalii Dumma / iStock

sahip oluğunu gösteriyor. Bu miktar, insan faaliyetleri nedeniyle yıllık olarak atmosfere salınan karbon miktarının altı katına denk geliyor. Özellikle kutup bölgeleri, tundralar ve kurak alanlar gibi damarlı bitkilerin az olduğu yerlerde kara yosunları, karbon yakalamada kilit bir rol oynuyor.

Kara yosunları ayrıca topraktaki azot, fosfor ve magnezyum gibi temel besin maddelerinin miktarını artırıyor. Örneğin kara yosunlarının varlığı, topraktaki azot miktarını 0,49 milyar ton, fosfor miktarını 0,10 milyar ton ve magnezyum miktarını ise 0,06 milyar ton kadar yükseltebiliyor. Kısacası kara yosunlarının bitkilerin büyümesine ve toprak verimliliği için hayati öneme sahip besinlerin miktarına etkisi azımsanmayacak düzeyde.

Ekosistemlerin Çok Yönlü Destekçileri

Kara yosunları bitki patojenlerine yani bitkilerde hastalıklarına neden olan mikroorganizmalara karşı âdeta doğal bir bariyer oluşturur. Bu özellikleriyle bitkileri hastalıklardan korumada önemli bir etkiye sahiptirler. Yoğun olarak bulundukları bölgelerde zararlı organizmaların miktarını ciddi ölçüde azaltırlar. Salgıladıkları antimikrobiyal özellikteki bileşikler ile zararlı bakterin ve mantarların büyümesini zorlaştıran bir ortam oluşturarak bitki sağlığını desteklerler.

Bir yandan bitki patojenlerinin miktarının azalmasında belirleyici olan kara yosunları diğer yandan yararlı mikroorganizmalar için daha elverişli yaşam alanları sağlıyor. Toprağın pH, sıcaklık ve nem seviyesini düzenleyerek yararlı mikroorganizmaların yaşaması için gerekli, uygun ortam koşulları oluşturuyorlar. Kara yosunlarının bulunduğu ortamdaki besin zenginliği, yararlı mikroorganizmaların çeşitliliğinin artmasında önemli rol oynuyor.

Kara yosunları süngerimsi yapıları sayesinde yağmur ve kar yağdığında ya da çiğ düştüğünde bu kaynakların oluşturduğu fazla miktardaki suyu hızla emebilir. Ayrıca suyu biriktirerek toprağın uzun süre nemli kalmasını sağlarlar. Bu sayede kara yosunları bulundukları ortamlarda erozyon riskini azaltırken kuru bölgelerde toprağa ihtiyacı olan nemi sağlayarak ekosistemdeki diğer canlılara yaşama ortamı sunar. Ayrıca atmosferdeki nemi emdikten sonra ortama salmaları, topraktaki nem miktarının düzenlenmesine yardımcı olur.

Kurak ve besin açısından fakir toprakların bulunduğu zorlu ortam koşullarına kolay adapte olabilme yetenekleriyle bilinen kara yosunları, herhangi bir yangın sonrası ilk ortaya çıkan bitkiler arasında yer alıyor. Çorak arazide bile hızla yayılabilmeleri, birçok canlı türü için kısa sürede elverişli yaşam koşullarının oluşmasını sağlıyor. Bu durum yangın sonrası erozyon riskiyle karşı karşıya kalan toprakta bu riski ciddi ölçüde azaltıyor.

Kimi zaman göz ardı edilen kara yosunları, yeryüzü ekosistemleri üzerinde kritik roller üstlenen bitki gruplarından biri. Bu canlıların bozulmuş, zarar görmüş ya da tamamen yok olmuş doğal ekosistemlerin yeniden işlevsel ve sağlıklı hâle getirilmesi süreçlerine kısacası ekosistemi yenileme çalışmalarına dahil edilmesi, yeryüzünün sağlığı için sınırlı sürede en yüksek etkiyi sağlayacak yöntemlerden biri olabilir. Özellikle damarsız bitkilerin baskın olduğu çorak ya da verimliliği düşük bölgelerde kara yosunlarının rolü daha da belirginleşiyor. Dolayısıyla bu bitkilerin gelecekteki çevresel sürdürülebilirlik politikalarında daha fazla yer edinmesi, sahip olduğu kritik roller açısından büyük öneme sahip. ■

Kaynaklar

https://www.nature.com/articles/s41561-023-01170-x#Sec7
https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.09.042
https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.12.024
https://doi.org/10.1111/nph.19772
https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235928
https://doi.org/10.1016/j.xinn.2024.100657
https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.01.053

Keçilerin Göz Bebekleri Neden Dikdörtgen Şeklindedir?

Cansu Aydın [*TÜBİTAK Bilim Genç*

Keçiler, dağlık ve açık alanlarda yaşamlarını sürdürebilmelerini sağlayan birçok özelliğe sahiptir. Bunlardan biri de göz bebeklerinin dikdörtgen şeklinde olması.

Igor Kraslov / iStock

Olga Zhukovskaya / iStock

Keçilerin dikdörtgen şeklindeki göz bebekleri, çevrelerini 270 derecelik geniş bir açıyla görmelerini sağlar. Bu sayede keçiler, başlarını çevirmeden çevrelerindeki nesneleri ve potansiyel tehlikeleri neredeyse tamamen algılayabilir. Özellikle kolay av olabilen çift toynaklılarda görülen bu göz yapısı sayesinde bu hayvanlar, yukarıdan gelen bir yırtıcı kuşun tehdidini ya da zemindeki bir hareketi hemen fark eder. Böylece avcılara karşı daha hazırlıklı ve avantajlı bir konumda olurlar.

Keçilerin dikdörtgen şeklindeki göz bebekleri, göze giren ortamdaki fazla ışık miktarını kontrol ederek ortam çok parlak olduğunda net bir görüş sağlar ve kör edici yansımaları azaltır. Genellikle gündüz aktif olan keçiler gün boyunca güneş ışığına maruz kalır. Göz bebeklerinin yatay şekli, özellikle açık alanlardaki ışık yansımalarını azaltarak hem yiyecek bulmalarını kolaylaştırır hem de olası tehlikeleri kolayca fark etmelerini mümkün kılar.

Keçilerin gözleriyle ilgili dikkat çekici bir diğer özellik ise başlarının eğimi hangi açıda olursa olsun göz bebeklerinin yatay konumlarını koruyabilmesidir. Çok dik bir yamaçta bile bu özellik sayesinde dengelerini koruyabilirler. Bu hareket kabiliyeti sayesinde keçilerin zorlu arazilerde hayatta kalma olasılıkları artar.

Keçilerin gözbebeklerinin dikdörtgen şekli, çevresel tehditlere karşı hazır olmalarını sağlarken yiyecek aramalarını da kolaylaştırır. Böylece sarp dağlık araziler gibi çok zorlayıcı ortamlarda hayatta kalmaları mümkün olur. ■

Kaynaklar

• Yakan, A. Ünal, N. & Akçapınar, H. Keçilerde davranış. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47(1), 39-47, 2007.
• De, P. & Ghoshal, D. Recognition of non circular ıris pattern of the goat by structural, statistical and fourier descriptors. procedia computer science. *Procedia Computer Science*, 89, 845-849, 2016.
• Banks, M. S., Sprague, W. W., Schmoll, J., Parnell, J. A. & Love, G. D. Why do animal eyes have pupils of different shapes? *Science Advances*, 1(7), 2015. https://doi.org/10.1126/sciadv.1500391.

Denizlerdeki Gizli Tehlike:
Çeken Akıntı

Dr. Tuba Sarıgül [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Yaz aylarında serinlemenin en eğlenceli yollarından biri yüzmek. Ancak bu keyifli fiziksel aktiviteyi gerçekleştirirken dikkat etmemiz gereken güvenlik önlemlerini aklımızdan çıkarmamalıyız. Denizde yüzenler için en tehlikeli doğal olgulardan biri çeken akıntı yani rip akıntısı. Her yıl çok sayıda insan çeken akıntı nedeniyle hayatını kaybediyor. Ülkemizde özellikle Karadeniz kıyılarında ortaya çıkan çeken akıntı nedir, nasıl fark edilir, çeken akıntıya kapılan yüzücüler ne yapmalıdır?

David Wall / Alamy

Çeken Akıntı Nedir?

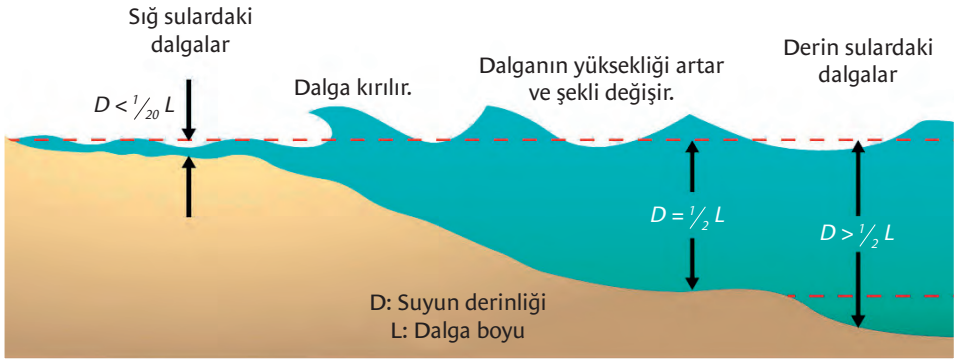
Çeken akıntı sahilden açık denize doğru hareket eden güçlü ancak dar akıntılardır. Dalgalar açık denizlerde oluşur ve kıyıya çarpmadan önce uzun mesafeler kateder. Açık denizden sahile doğru yaklaşan dalgalar derin sulardan sığ sulara ulaştığında dalganın alt kısmı deniz tabanına temas eder. Sürtünme nedeniyle dalganın alt kısmı yavaşlar. Bu durumda dalganın yüksekliği artar ve şekli değişir. Sığ sularda dalganın yüksekliği ile dalga boyu arasındaki oran belli bir değeri geçtiğinde (dalganın yüksekliğinin dalga boyuna oranı 1/7'ye ulaştığında) ise dalganın şekli bozulur. Bu olay dalga kırılması olarak isimlendirilir.

Çeken akıntı kıyıya yaklaşan dalgaların kırılmasıyla oluşur. Kıyıya çarpan dalgalar geri dönerken deniz tabanında kum sırtı ve resif gibi bir engelle karşılaşırsa su açık denize doğru hareket edemez. Eğer deniz tabanındaki engelde zayıf bir bölge ya da küçük bir açıklık varsa su bu bölgeden açık denize doğru hızla hareket eder. Bu olgu çeken akıntı olarak isimlendirilir. Çeken akıntı, bu bölgede yüzen bir insanı açık denize doğru sürükler. Bu durumda panikleyen yüzücüler kıyıya doğru yüzmeye çalışabilir. Ancak çeken akıntının hızı saatte 8 kilometreye kadar ulaşabilir. Yani olimpiyat şampiyonu bir yüzücü dahi çeken akıntıya karşı koyamayabilir. Dolayısıyla çeken akıntıya kapılmaları durumunda kıyıya doğru yüzmeye çalışan yüzücüler, aşırı yorgunluk nedeniyle boğulma tehlikesiyle karşılaşabilirler.

Çeken Akıntı Nasıl Fark Edilir?

Çeken akıntının yazın yüzmek için deniz kıyısına gelen sıradan bir insan tarafından fark edilmesi hayli güçtür. Ancak suyun renginde ve hareketinde, dalgaların şeklinde ve dalgaların kırıldığı bölgedeki değişiklikler çeken akıntının tespit edilmesine yardımcı olabilir:

- Suyun yüzeyinde düzenli bir şekilde açık denize doğru hareket eden köpükler, yosunlar ya da kum tanecikleri varsa,
- Suyun renginin belirgin şekilde farklı olduğu bölgeler bulunuyorsa,
- Kıyıya doğru gelen dalgaların şeklinde düzensizliğin olduğu bölgeler varsa,
- Bir kanal boyunca hareket eden, birbirine karışmış, çalkantılı, dalgalı ya da düzensiz şekilde ilerleyen su akıntısı görüntüsü varsa o bölgede çeken akıntı ortaya çıkma olasılığı yüksek olabilir.



İnsanlar için tehlikeli olan çeken akıntı kıyı ekolojisi için önemli olabilir!

Çeken akıntılar kıyı sularındaki küçük deniz canlılarının yanı sıra plastik, kirletici maddeler, tortu ve diğer kalıntıların suda yer değiştirmesine, farklı alanlara dağılmasına neden olabilir. Deniz kabukluları, balıklar ve mercanlar da dâhil olmak üzere birçok deniz canlısı, larva evresinde uygun yaşam alanları bulmak için okyanus akıntılarına kendilerini bırakarak hareket ederler. Çeken akıntılar da kıyı ekosistemindeki küçük organizmaların larvalarını daha derin sulara taşıyan önemli bir mekanizma. Araştırmacılar çeken akıntının türünün ve davranışının deniz organizmalarının hareketini etkileyebileceğini düşünüyor. Örneğin sıcaklık ve tuz oranı, suyun yoğunluğunu değiştirerek çeken akıntının davranışını değiştirebilir ve organizmaları alternatif rotalara yönlendirebilir. Yapılan bir çalışmada alçaktan uçan uçaklardan alınan görüntüler bilgisayar simülasyonları ile analiz edilerek sıcak akıntının suyu yüzeyde kıyıdan daha uzağa taşıdığını, daha soğuk akıntının ise suyu yüzeyin altına farklı desenlerde yaydığını buldu. Devam eden çalışmalar kıyıya yakın su ekosistemlerinin çeken akıntılardan nasıl etkilendiğini daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir.

Çeken Akıntı Nerelerde Görülebilir?

Çeken akıntı özellikle yarım ay şeklindeki koylarda ve rüzgârlı havalarda ortaya çıkar. Su dalgaları denizin üzerinde esen rüzgârlar nedeniyle oluşur. Rüzgârın hızı arttıkça dalgaların yüksekliği ve enerjisi artar. Kış aylarında dalgaların enerjisi yaz aylarındakine göre daha yüksektir. Yüksek enerjili dalgalar kıyıdaki kumu ve diğer birikintileri denizin içine taşır. Bu durumda denizin içinde kum sırtları oluşabilir, kumsaldaki kumluk alan ise küçülür. Yaz aylarında ise dalgaların enerjisi ve yüksekliği azalır, kum sırtlarındaki kumlar sahile taşınır. Ancak Karadeniz kıyılarında dalgaların enerjisi yaz aylarında bile -özellikle rüzgârlı havalarda- yüksek olabilir. Bu durum deniz tabanında kum sırtlarının dolayısıyla çeken akıntının oluşması için gerekli şartların ortaya çıkmasına neden olabilir.

Çeken akıntı kıyı şeridinin yay şeklinde olduğu sahillerde daha sık görülür. *Acta Oceanologica Sinica* dergisinde yayımlanan bir araştırmada kıyı şeridinin eğrilik derecesi arttıkça çeken akıntının güçlendiği belirlendi. Ayrıca yarım ay şeklindeki kıyı şeridinin uzunluğu azaldıkça çeken akıntının zayıfladığı anlaşıldı.

İstanbul, Şile'de yay şeklinde bir koy

Çeken akıntı ülkemizde en çok Karadeniz sahillerinde ortaya çıkıyor. İstanbul'un Karadeniz kıyısında Şile ve Ağva plajları, Kocaeli'nin Kandıra ilçesindeki Kefken, Kerpe, Kovanağzı, Sarısu, Cebeci plajları, Bartın'ın Mugada, Büyükkızılkum, Hatipler, Güzelcehisar, İnkumu plajları ile Amasra ilçesindeki Bozköy, Çakraz ve Göçkün plajları, Cide sahili, Düzce'nin Akçakoca ilçesindeki Çuhallı plajı, Zonguldak'ın Alaplı ve Ereğli plajları, Sakarya'nın Karasu ilçesi sahili, Samsun'un Canik ilçesindeki Mert plajı, İlkadım ilçesindeki Fener plajı, Atakum ilçesindeki Adnan Menderes sahili ile Kızılay Kampı plajı, Sinop kuzey sahillerinde Kumkapı mevkiinden başlayarak Akliman bölgesine kadar uzanan sahil, Ordu sahili, Trabzon sahili, Giresun sahili, Ordu'nun Fatsa ilçesi sahili bu tehlikeli deniz alanlarına örnek olarak verilebilir.

Karadeniz başta olmak üzere denizde karşılaşabileceğimiz tehlikelerden biri, yaygın olarak bilinen adıyla rip akıntısı yani çeken akıntı. Peki rip akıntısı nasıl oluşur, rip akıntısıyla karşılaşırsak ne yapmamız gerekir?

TÜBİTAK Bilim Genç ekibinin hazırladığı rip akıntısı ile ilgili videoyu izlemek için kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.

Çeken Akıntıdan Kurtulmak İçin Ne Yapmalı?

Akıntı kıyıya dik hareket ettiğinden yüzücüleri kıyıdan açık denize doğru sürükler. Çeken akıntıya kapılma durumunda yapılan en büyük hata panikle kıyıya doğru yüzmeye çalışmak. Çeken akıntının hızı tecrübeli bir yüzücünün dahi karşı koyamayacağı kadar yüksek olabildiği için çeken akıntıya kapılırsanız ilk olarak sakin kalmaya çalışın. Sesli bir şekilde yardım çağrısında bulunun. Kendinizi kıyıya doğru yüzmeye çalışarak yormak yerine kıyıya paralel yüzmeye çalışın. Çünkü çeken akıntının genişliği görece dardır (3 metre ile 30 metre arasında değişir).

Denizde çeken akıntıya kapılan bir kişiye nasıl yardım edileceği de hayli önemli. Çünkü bu durumda akıntıya kapılan kişiyi bilinçsizce kurtarmaya çalışan birçok kişi hayatını kaybedebiliyor. Bu nedenle denizde yardım isteyen birini gördüğünüzde kişiyi sakin olması konusunda uyarın ve hemen cankurtaran çağırın.

Cankurtaran yoksa can simidi, halat gibi çeken akıntıya kapılan kişinin suyun üstünde kalmasını ve yüzmesini kolaylaştıracak malzemeler atarak yardım edebilirsiniz.

Yaz aylarında denizde keyifli zaman geçirirken güvenliği de ihmal etmemek için iyi yüzebilmek, suni teneffüs gibi ilk yardım bilgilerini öğrenmek, özellikle cankurtaran olmayan sahillerde tek başına denize girmemek bireysel olarak alınabilecek önlemlerden. Ayrıca yüzerken çeken akıntının oluşturduğu tehlikeden korunmak için rüzgârlı havalarda denize girmemeye, denize girdiğimiz bölgedeki güvenlik uyarılarını (levha, bayrak gibi işaretleri) dikkate almaya ve cankurtaran bulunan sahillerde denize girmeye dikkat etmeliyiz.

Unutmayalım, aşırı cesaret ya da dikkatsizlik geri dönüşü olmayan sorunlara yol açabilir. ■

Çeken akıntı tehlikesinin bulunduğu sahillerde uyarı levhaları yer alır.

Kaynaklar

• https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/d2e9e9cc032343c_ek.pdf
• https://www.afad.gov.tr/tr/4395/Denizdeki-Gizli-Tehlike-Ceken-Akinti
• https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_currents/03coastal3.html
• https://www.ceoe.udel.edu/ripcurrents/characteristics/index.html
• https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/coastal-processes-and-beaches-26276621/
• Wang, H. ve ark., "Numerical simulations of rip currents off arc-shaped coastlines", *Acta Oceanologica Sinica*, Cilt 37, Sayı 3, s. 21–30, 2018.
• https://www.scientificamerican.com/article/dangerous-rip-currents-give-marine-life-a-speed-boost/
• https://theconversation.com/rip-currents-are-dangerous-for-swimmers-but-also-ecologically-important-heres-how-scientists-are-working-to-understand-these-rivers-of-the-sea-208922
• https://www.youtube.com/watch?v=1Bx6Mejci04
• https://youtu.be/RJ4hcaJ91TY
• https://www.aa.com.tr/tr/gundem/ruzgarin-siddeti-rip-akintisi-tehlikesini-buyutuyor/2963368
• https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/denizlerdeki-gizli-tehlike-ceken-akinti
• https://www.aa.com.tr/tr/analiz/denizlerde-rip-akintisindan-korunmanin-yollari/3272047
• https://www.instagram.com/reel/CuwBMIRLJTu/?igsh=amh1cWo4Y3ZkNmZj

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Ptolemaios'un Bilimsel Çalışmaları III

Antik Çağ'ın önde gelen bilim insanlarından biri olan Ptolemaios, gök bilimi alanın yanı sıra coğrafya ve optik üzerine yaptığı çalışmalarla da tanınır. Coğrafya başlıklı kitabı, on dördüncü yüzyıla kadar başvuru kitabı niteliğini korusa da coğrafi keşiflerle birlikte yeryüzünün o tarihe kadar bilinen kısmına ilişkin bilgilerin bütünüyle değişmesi sonucunda önemini kaybetti. Optik kitabı ise ışık ve görme üzerine Antik Çağ'ın en kapsamlı çalışmasıdır. Kitabın aslı kayıptır ancak Arapça çevirisinin mevcut olması ve İslam dünyasında derinlemesine incelenip yorumlanması sayesinde Ptolemaios'un düşüncelerinin bütün detaylarını öğrenebiliyoruz.

Coğrafya Çalışmaları

cdn.britannica.com

Ptolemaios'un *Coğrafya* başlıklı kitabı matematik, coğrafya ve haritacılık konusunda yazılmış kapsamlı bir çalışmadır ve bu konuda antik dönemden günümüze ulaşan tek kitaptır. Coğrafya tarihi uzmanları, kitabın son derece özgün olduğu ve coğrafya biliminin gelişimi üzerinde derin bir etki bıraktığı görüşündedir. Bunun nedeni, Orta Çağ'dan Rönesans sonrasına uzanan zaman dilimi boyunca gerçekleşen coğrafi keşiflerin ve antik dönemlerde geçerli olan coğrafya bilgisinin temel kaynağı olarak görülmesidir. Zira kitapta Avrupa, Afrika ve Asya'nın topoğrafyası hakkında detaylı bilgiler yer alır. 19. ve 20. yüzyıllarda yapılan kapsamlı incelemeler ve bu dönemde ilk kez Batı dillerine eksiksiz çevirisinin yapılması, kitabın Avrupa'da yakından tanınmasını ve kitapta yer alan detaylı bilgilerin diğer antik dönem coğrafyacılarının eserlerinde bulunmadığının fark edilmesini sağladı. Ptolemaios, kitabı kendi özgün katkılarıyla oluştursa da kendisinden önceki araştırmacıların eserlerinden de yararlanmıştı. Ptolemaios kitapta, coğrafi araştırmalarda gök bilimi temelli ölçüm tekniklerinin ve diğer veri toplama yöntemlerinin önemli rolünün olduğuna ilişkin anlaşılır bir tartışmaya yer vermişti. Aynı zamanda harita yapımı için bir yöntem önerisi de yer alıyordu. Bütün bu özellikleri kitabın öneminin daha iyi anlaşılmasını ve kitaba duyulan ilginin artmasını sağladı.

Bu noktada bilim tarihi araştırmalarına özgü birkaç güçlükten söz etmek yararlı olacaktır. Bilim tarihi çalışmalarında klasik bir eserin farklı el yazması nüshalarına dayalı olarak çevrilmesinden kaynaklanan belirsizlikler, bu alanda karşılaşılan en temel zorluklardan biridir. Ptolemaios'un Coğrafya kitabı için de söz konusu olan bu durum, kitabın çevirisinin uzun zaman yapılamamasına neden olmuştu. Zira kitabın mevcut Yunanca ve Latince el yazmaları arasında güvenilir ve eksiksiz bir nüshası bulunmuyordu. Aynı zamanda bu tür el yazmalarının nasıl incelenmesi gerektiği konusunda yetkin uzman sayısı çok azdı. Bütün bunlar kitabın geç dönemlere kadar modern bir dile eksiksiz biçimde çevrilememesinin başlıca nedeniydi. Ayrıca bilim tarihi incelemeleri yapılırken yazma eserlerde geçen kişi ve yer adları ile bu yerlerin enlem ve boylam belirlemek zordur. Özellikle özel adların doğru olarak tespit edilmesi ciddi bir sorun oluşturur. Yorum veya tahmin yoluyla giderilmeye çalışılan bu zorluğun yol açtığı risk ise özellikle özgün yazma nüshalara erişimi olmayan araştırmacılar için büyük bir belirsizlik oluşturmasıdır. Aynı zamanda bazı araştırmacılar bu çevrilmiş metinleri kaynağın orijinali gibi doğrudan kullanmaktan kaçınmayabilir.

adventtr / iStock

Ptolemaios'un Coğrafya kitabı, coğrafya çalışmalarını ölçüm verilerine dayanan sistematik bir bilim dalı hâline getirmeye yönelik en önemli girişimdir. Ptolemaios, kendisinden önce bu alanda eserler ortaya koyan Hipparkhos (MÖ. 190-120), Eratosthenes (MÖ. 276-194) ve Surlu Marinos'un (yaklaşık M.S. 70-130) araştırmalarını da dikkate aldı. Bu yüzden kitap, klasik çağda geçerli olan coğrafi bilgilerin temelini oluşturduğu gibi modern haritacılığın da kaynağıdır. Buna karşın Ptolemaios, gözlem ve betimlemeye dayalı tasvirî coğrafya alanında önemli bir katkıda bulunmamıştır. Ayrıca yeryüzünün

adventtr / iStock

pek çok bölgesine ilişkin edindiği bilgilerin önceki araştırmacıların bilgileriyle uyumlu olmadığını belirtir. Özellikle çalışmalarında yer verdiği bölgelerin büyüklüğü ve İskenderiye'ye uzaklığı konularında yetersiz kaldığını vurgular. Ptolemaios, doğru çıkarımlarda bulunabilmek için önceki coğrafyacıların, gezginlerin ve kâşiflerin anlatımlarına ve kayıtlarına dayanmak istemiş ancak bu kaynaklarda verilen bilgilerin birbirinden çok farklı olduğunu fark etmiştir. Farklı kaynaklardaki bu çelişkiler nedeniyle tasvirî coğrafya konusuna gerekmedikçe girmemiştir. Bununla birlikte Marinos'u en güvenilir bir kaynak olarak gördüğünü belirterek ondan övgüyle söz eder.

Öte yandan Ptolemaios, harita yapım tekniğinde yeni bir çığır açtığını iddia eder. Bir dünya haritası üzerinde gösterilen her unsur için

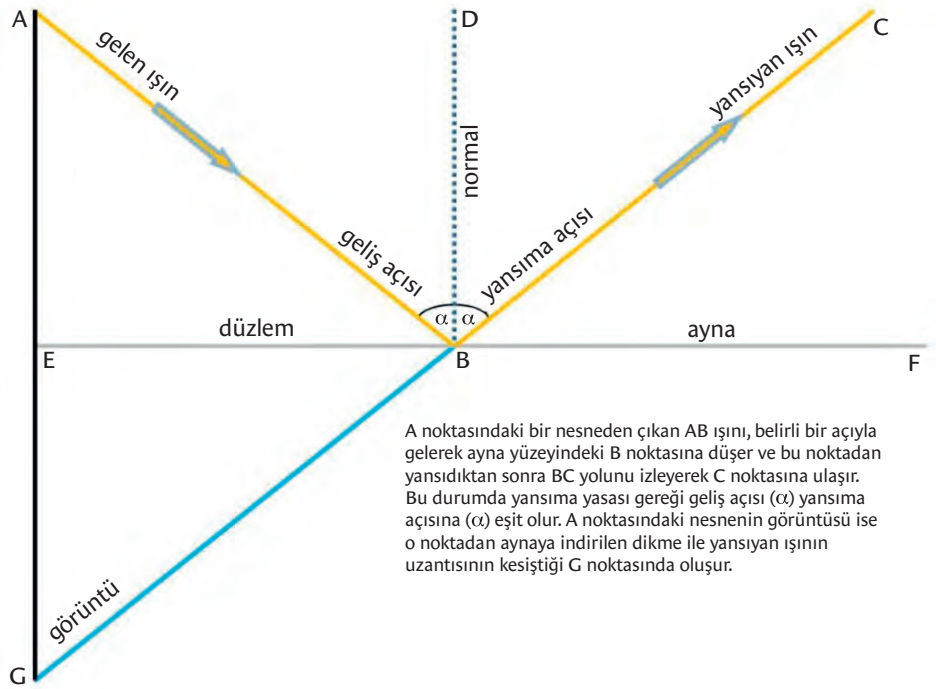
Mishella / iStock

enlem ve boylam koordinatlarını belirtme uygulamasını başlatan ilk isimdir. Bu yaklaşım, bir kimsenin Ptolemaios'un Coğrafya kitabında verdiği herhangi bir haritayı istediği zaman, tamamen veya kısmen ve herhangi bir ölçekte yeniden üretmesine olanak tanır. Ptolemaios, Yer'in eğimliğini haritada görsel olarak yansıtmak ve çeşitli yerler arasındaki mesafelerin göreli değişimini belirtebilmek amacıyla yeni yaklaşımlar geliştiren ilk kişidir.

Coğrafya, sekiz kitap olarak düzenlenmiştir. Birinci kitap, coğrafya (geographia) ve korografya (chorographia) terimleri arasındaki farkın tartışıldığı bölümle başlar. Burada Ptolemaios, "Coğrafya, bilinen dünyanın barındırdığı unsurlarla birlikte bir bütün olarak resmedilmesidir." tanımını yaptıktan sonra "Korografyadan farklıdır. Çünkü korografya, bütünden belirli unsurları seçerek her birinin özelliklerini daha ayrıntılı olarak ele alır. Hatta limanlar, çiftlikler, köyler, nehir yatakları gibi akla gelebilecek en küçük ögelerle ilgilenir." diyerek iki disiplinin farkını ortaya koyar. Ayrıca coğrafyada hangi ön kabullerin kullanılması gerektiği konusuna değinir. Marinos'un coğrafya bilgileri ve haritalarına ilişkin değerlendirmelerini de bu kitapta yapar. İkinci kitap Avrupa kıtasına ayrılmıştır. Bu bölümde Avrupa'nın batısında bulunan yelerin, ülkelerin ve şehirlerin tasviri verilir. Üçüncü kitapta Avrupa'nın özelliklerinin tanıtılmasına devam edilir. Bu bölümde Avrupa'nın doğusu açıklanır. Dördüncü kitap Afrika hakkındadır. Beşinci, altıncı ve yedinci kitaplar ise Asya kıtası üzerinedir Sekizinci kitapta ise harita yapımında hangi ön kabullere dayanılacağı ve bu bağlamda yeniden çizilen haritaların listesi bulunur.

Optik Çalışmaları

Ptolemaios'un üzerine çalışmalar yaptığı bir diğer bilim dalı da optiktir. Görme ve ışık arasındaki bağlantıyı doğru bir biçimde ortaya koymayı tam olarak başaramayan Ptolemaios görme, yansıma ve kırılma durumlarında ışığın nasıl davrandığını deneysel ve matematiksel olarak göstermeye çalışmıştı. Görme olayının gözden çıkan ışık sayesinde gerçekleştiğini savunan eski kuramı benimsemiş ve gözden çıkan ışığın piramit biçiminde yayıldığını ileri sürmüştü. Ancak görsel piramit fikri benimsenmemiş, bilim insanları ışığın yayılımın koni şeklinde olduğu görüşü üzerinde uzlaşmıştı.



A noktasındaki bir nesneden çıkan AB ışını, belirli bir açıyla gelerek ayna yüzeyindeki B noktasına düşer ve bu noktadan yansıdıktan sonra BC yolunu izleyerek C noktasına ulaşır. Bu durumda yansıma yasası gereği geliş açısı (α) yansıma açısına (α) eşit olur. A noktasındaki nesnenin görüntüsü ise o noktadan aynaya indirilen dikme ile yansıyan ışının uzantısının kesiştiği G noktasında oluşur.

Ptolemaios, yansıma konusuyla da ilgilenmiş ve şu prensipleri benimsemişti:

1. Aynalarda oluşan görüntüler, gözün konumuna bağlı olarak aynadan nesneye yansıyan ışığın yönünde görünür.

2. Aynadaki görüntüler nesneden ayna yüzeyine çizilen dikme yönünde ortaya çıkar.

3. Geliş ve yansıma açıları eşittir.
Üçüncü prensip bugün bildiğimiz yansıma yasasıdır. Ptolemaios bu yasayı düzlem, küresel ve parabolik aynalar kullanarak deneysel olarak kanıtlamıştı. Ptolemaios, kırılma konusuyla da ilgilenmiş, ışığın bir ortamdan diğerine geçerken yoğunluk farkından dolayı yön değiştirdiğini yani kırıldığını deneysel olarak göstermişti. Bu çalışmaları sonucunda hava-cam, hava-su, su-cam gibi yoğunluğu farklı iki ortam arasında ışığın kırılma derecelerini gösteren cetveller hazırlamıştı. Ancak verdiği değerler küçük açılar dışında geçerli olmadığı için ışığın kırılması olgusunu bir yasaya dönüştürememişti.

Gelecek sayımızda Fârâbî'nin bilimsel çalışmalarını ele alacağız. ■

Kaynaklar

Ptolemy, C., *Ptolemy's Geography, An Annotated Translation of The Theoretical Chapters*: J. Lennart Berggren and Alexander Jones, Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2000.

Ptolemy, C., *The Geography*, Trans. and Ed.: E. L. Stevenson, New York: Dover Publications, Inc., 1991.

Roller, D. W., *The Geographical Guide of Ptolemy of Alexandria, An Analysis*, London and New York: Routledge Taylor & Francis Group, 2024.

Topdemir, H. G. *Işığın Öyküsü, Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (6. Baskı). Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2024.

Doğa
Flora

ARSIZ ZAYLAN

Dr. Öğr. Üyesi Aydan Acar Şahin
Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Ana Bilim Dalı

bgfoto / iStock

Doğa, biz fark etmesek de sürekli bir dönüşüm içindedir. Bu dönüşüm zaman zaman ekosistemleri sessizce ama derinden etkileyen istilacı türlerle şekillenir. Hem tarım alanlarında hem de insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkileri olan istilacı türlerden birisi de halk arasında "arsız zaylan" olarak bilinen *Ambrosia artemisiifolia*'dır.

Papatyagiller (Asteraceae) familyasına ait olan bu tek yıllık otsu bitki, ince, yeşil ve tüylü yapraklarıyla tanınır. Genellikle yol kenarlarında, tarlalarda ve bozkırlarda yaygın olarak görülür. Ana vatanı Kuzey Amerika olan arsız zaylan, 19. yüzyıldan itibaren kuş yemleri ve tarım ürünleriyle taşınarak önce Avrupa'ya oradan da Asya ve Avustralya'ya yayılmıştır. Türkiye'de de yayılış gösteren arsız zaylan bitkisi, polenlerinin rüzgârla taşınması ve araç lastiklerine yapışan tohumları sayesinde geniş alanlara kolayca yayılır.

Yüksek tohum verimi, kuraklığa dayanıklılığı ve çevresel koşullara uyum yeteneği nedeniyle hızla çoğalır. Tohumları toprakta yıllarca canlı kalabilir ve uygun koşullarda aniden filizlenerek büyük alanları istila edebilir. Ancak bu bitkiyi asıl tehlikeli kılan, sağlık üzerindeki etkileridir. Yaz sonu ve sonbaharda atmosfere saldığı mikroskobik polenler, astım ve alerjik rinit gibi rahatsızlıklara yol açar. Özellikle polenlerde bulunan güçlü alerjen etkiye sahip Amb a 1 adlı protein, milyonlarca insan için ciddi bir sağlık sorunu oluşturur.

AdventurePicture / iStock

Polenler metrelerce değil, kilometrelerce uzağa taşınabilir. Bitkiyle fiziksel temas da bazı bireylerde ciltte tahriş ve atopik dermatit benzeri reaksiyonlara neden olabilir.

Tarımsal verimi azaltması, yerli bitki türleriyle rekabete girmesi ve böcek popülasyonlarını etkilemesi nedeniyle ekosistem dengesinin de bozulmasına yol açar. Türkiye'deki varlığı 1990'lı yıllardan beri bilinen bu tür, özellikle son 20 yıldır Doğu Karadeniz, Trakya ve kısmen Orta Karadeniz bölgelerinde hızla yayılmaktadır. Trakya'da, ayçiçeği tarlalarında ciddi ürün kayıplarına yol açtığı biliniyor.

İklim değişikliği ise bu istilayı kolaylaştıran temel unsurlardan biridir. Sıcaklıktaki ve karbondioksit seviyesindeki artış, bitkinin daha fazla polen üretmesine ve yayılım alanını genişletmesine neden olur. Arsız zaylan bitkisiyle mücadelede en temel yöntemlerden biri, bitki çiçeklenmeden önce biçilmesi ya da kökünden sökülmesidir. Ekolojik ve uzun vadeli çözümler arasında bitkinin doğal düşmanı olan bazı böcek türlerinin kullanımına yönelik çalışmalar devam ediyor. Gerekli durumlarda dikkatli ve sınırlı biçimde uygun herbisitler de kullanılabilir. Ancak bu yöntemlerin başarısı, toplumun farkındalığına bağlıdır. Bu nedenle her yıl haziran ayının dördüncü cumartesi günü, "Uluslararası Arsız Zaylan Günü (International Ragweed Day)" olarak anılır. ■

Kaynaklar

Özaslan, C. ve ark., Common ragweed: An emerging threat for sunflower production and human health in Turkey. *Weed Biology and Management*, Cilt 16, Sayı(1), s. 42-55, 2016.
Cilt 16, Sayı(1), s. 42-55, 2016. Exposure to ragweed pollen and Amb a 1 allergens in central Anatolia, Türkiye, and immunolabeling of Amb a 1 in pollen. *Aerobiologia*, s. 1-16, 2025.

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül
[*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Gökyüzünde Venüs ve Jüpiter Buluşması

Gökyüzünün iki parlak gezegeni Venüs ve Jüpiter ağustos ayında bir araya geliyor. Ağustos ayının başında akşamları gökyüzünde görülebilen tek gezegen Mars olsa da ayın sonunda Satürn de gün batımından kısa süre sonra ufuktan doğmaya başlıyor. Jüpiter, Venüs ve Merkür ise Güneş'in doğuşundan önce görülebiliyor. Perseid Gök Taşı Yağmuru 12-13 Ağustos gecesi en yüksek etkinliğe ulaşıyor.

Mars

Mars, ağustos ayının başında Güneş'in batışından sonra alacakaranlıkta gökyüzünde görülebilen tek gezegen. Ayın ilk günlerinde batı yönünde ufkun yaklaşık 15 derece üzerinde görünen Mars, Güneş'ten yaklaşık iki saat sonra batıyor. İlerleyen günlerde daha erken saatlerde batmaya başlayan Mars'ın gözlem süresi her geçen gün kısalıyor. Mars, ağustos ayı boyunca gün batımından sonra gökyüzünde görülebilse de ufkun üzerinden yüksekliği artmıyor.

26 Ağustos akşamı Mars'ı ve hilal şeklindeki Ay'ı güneybatı-batı yönünde ufkun hemen üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz. Bu tarihte Başak Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Spika'yı Mars'ın doğusunda bulabilirsiniz.

Satürn

Satürn, ağustos ayının başında gece yarısından yaklaşık iki saat önce doğu yönünde ufuktan doğuyor ve Güneş'in aydınlığında kaybolunca kadar gökyüzünde görülebiliyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde doğmaya başlayan Satürn'ün parlaklığı da artıyor. 12 Ağustos akşamı Satürn'ü ve dolunay evresinden yakın zamanda ayrılan Ay'ı gökyüzünde birbirine yakın görebilirsiniz.

Ağustos ayı, Satürn'ün halkalarının güney tarafını uzun bir aradan sonra yeniden görebilmek için bir fırsat sunuyor. Mayıs ayında gerçekleşen ekinokstan sonra Güneş ışınları Satürn'ün halkalarının güney yüzünü 15 yılın ardından aydınlatmaya başladı.

Güneş etrafındaki yörüngesini 29,4 Dünya yılında tamamlayan Satürn 26,7 derecelik eksen eğikliğine sahiptir. Bu sayede Dünya'ya benzer şekilde Satürn'de mevsimler yaşanır.

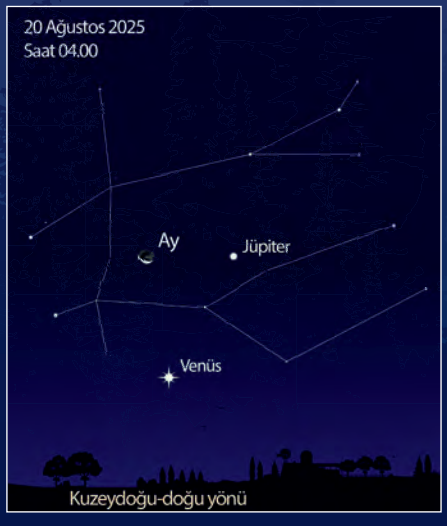
Venüs

Venüs ağustos ayında Güneş'ten yaklaşık üç saat önce kuzeydoğu-doğu yönünde ufuktan doğuyor. Ayın başında İkizler Takımyıldızı'nda yer alan Venüs ayın ilerleyen günlerinde doğuya doğru kayarak ağustosun son haftası Yengeç Takımyıldızı'na geçiyor.

Ağustos ayının belki de en ilgi çekici gök olayı Venüs ve Jüpiter buluşması. Gökyüzünün bu iki parlak gezegeni 12 Ağustos'ta sabaha karşı birbirine çok yakın görünecek. Aralarındaki mesafenin yaklaşık 1 derece olduğu bu tarihte siz de doğu yönünde ufkun üzerine bakarak Venüs ve Jüpiter'i çıplak gözle bir arada görebilirsiniz.

Jüpiter

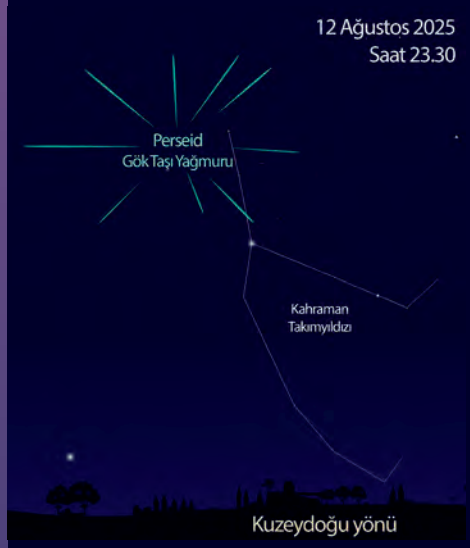
Jüpiter, ağustos ayının başında şafak vakti gökyüzünde görülebiliyor. İlerleyen günlerde daha erken doğmaya başlayan Jüpiter'in görülebileceği süre uzuyor ve Güneş'in aydınlığında kaybolmadan önce ufkun üzerinden yüksekliği artıyor. 12 Ağustos'taki Venüs buluşmasından sonra Jüpiter, 20 Ağustos'ta hilal şeklindeki Ay ile birbirlerine yakın görülebiliyor. Bu tarihte Jüpiter, Ay'ın yaklaşık 5 derece doğusunda yer alırken bu ikiliye katılan Venüs ise Ay ve Jüpiter'e göre ufka daha yakın.



Merkür

1 Ağustos'ta Güneş etrafındaki yörünge hareketi sırasında Güneş ile Dünya'nın arasından geçen Merkür, bu süreçte gökyüzünde Güneş'e çok yakın olduğundan bir süre görülemiyor. Merkür ayın ikinci yarısına doğru gün doğumundan hemen önce kuzeydoğu-doğu yönünde tekrar gökyüzünde belirginleşmeye başlıyor. İlerleyen günlerde daha erken saatlerde doğmaya başlayan ve parlaklaşan Merkür'ün ufkun üzerinden yüksekliği de artıyor. Merkür 19 Ağustos'ta, Güneş ile aralarındaki açısal mesafenin 18,6 derece olduğu en büyük batı uzanımı konumuna geliyor. Bu tarihten sonra ise ufkun üzerinden yüksekliği azalmaya başlıyor.

21 Ağustos sabahı Merkür'ü ve hilal şeklindeki Ay'ı Yengeç Takımyıldızı'nda bulabilirsiniz. Bu tarihte Venüs de Merkür ve Ay'ın doğusunda yer alıyor.



Perseid Gök Taşı Yağmuru

Yılın en bilinen gök taşı yağmurlarından biri olan Perseid (Kahraman) Gök Taşı Yağmuru 12-13 Ağustos gecesi en yüksek etkinliğe ulaşıyor. Bu tarihte gök taşlarının gökyüzünde ortaya çıkıp etrafa dağılıyormuş gibi göründüğü nokta yani saçılma noktası Güneş'in batışından sonra kuzey-kuzeydoğu yönünde ortaya çıkıyor ve şafak vakti Güneş'in aydınlığında kaybolmadan önce ufkun üzerinde en yüksek noktaya ulaşıyor. En yüksek etkinliğin beklendiği tarihte, uygun gözlem koşullarında, saatte maksimum 100 gök taşı görülebilir. Ancak dolunay evresinden yakın zamanda ayrılan ve yaklaşık %85'i aydınlık görünen Ay, gök taşlarının fark edilmesini zorlaştırabilir.

Perseid Gök Taşı Yağmuru sırasında Dünya, Güneş etrafındaki yörüngesinde hareket ederken Swift-Tuttle kuyruklu yıldızının bıraktığı kalıntıların arasından geçer. Perseid'in bu şekilde isimlendirilmesinin nedeni saçılma noktasının Perseid (Kahraman) Takımyıldızı'nda bulunmasıdır.

İlk dördün
1 Ağustos
Saat: 15.41

Dolunay
9 Ağustos
Saat: 10.55

Son dördün
16 Ağustos
Saat: 08.12

Yeni ay
23 Ağustos
Saat: 09.06

İlk dördün
31 Ağustos
Saat: 09.25

Yeröte
1 Ağustos Saat: 23.36
404.161 km
29 Ağustos Saat: 18.33

Yerberi
14 Ağustos Saat: 20.59
369.288 km

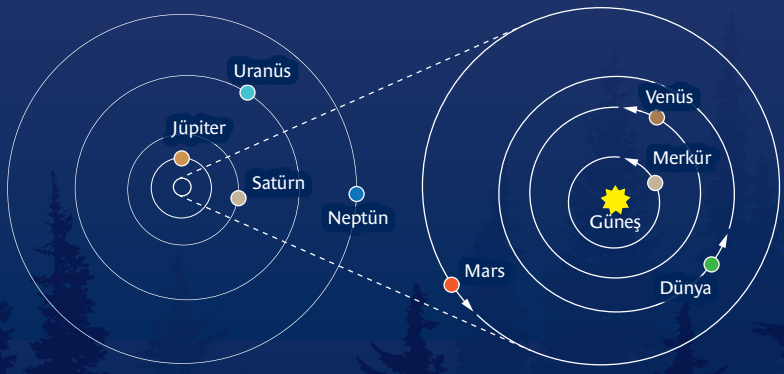
Lagün Bulutsusu

Messier 8 olarak da isimlendirilen Lagün Bulutsusu, Dünya'dan yaklaşık 5.000 ışık yılı uzakta bulunur. İtalyan gök bilimci Giovanni Battista Hodierna tarafından 1654'te keşfedilen Lagün Bulutsusu, genç yıldızlara ve içinde yeni yıldızların oluştuğu toz ve gaz bulutuna ev sahipliği yapar. Gökyüzünde Yay Takımyıldızı'nda yer alan bulutsunun görünür parlaklığı 6 kadir mertebesindedir. Yani ışık kirliliğinden uzak bir konumda, berrak ve karanlık bir gökyüzünde çıplak gözle gökyüzünde puslu bir leke şeklinde fark edilebilir. Lagün Bulutsusu'nu gözlemlemek için en uygun zaman ağustos ayıdır.

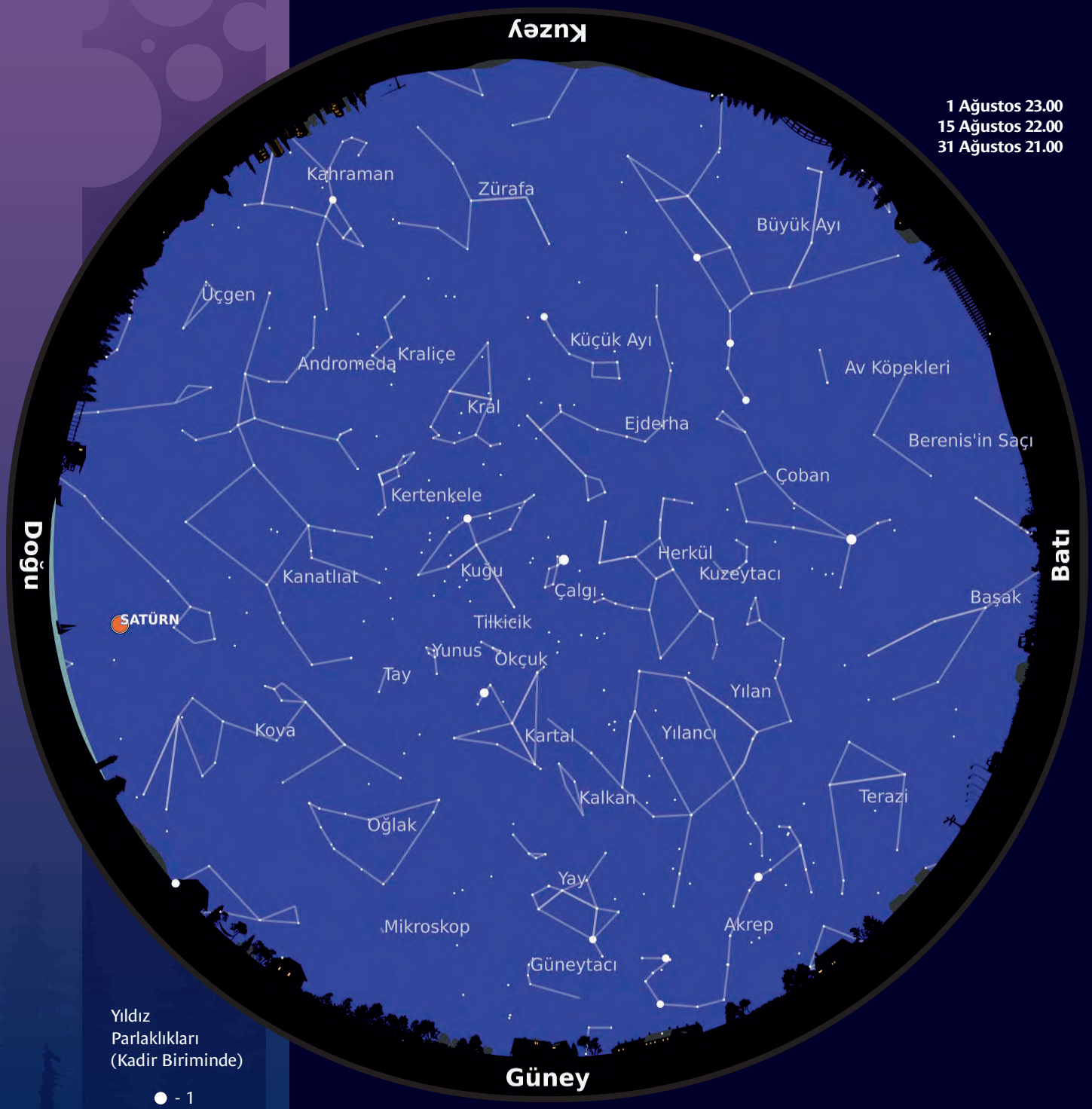
Ayın Önemli Gök Olayları

1 Ağustos Ay, ilk dördün evresinde
Ay, Dünya'ya en uzak konumda
Merkür, iç kavuşum noktasında
4 Ağustos Ay ve Antares yakın görünümde
9 Ağustos Ay, dolunay evresinde
12 Ağustos Venüs ve Jüpiter yakın görünümde
Ay ve Satürn yakın görünümde
Perseid (Kahraman) Gök Taşı Yağmuru en yüksek etkinliğinde
14 Ağustos Ay, Dünya'ya en yakın konumda
16 Ağustos Ay, son dördün evresinde
19 Ağustos Merkür, en büyük batı uzanımı konumunda
20 Ağustos Ay ve Venüs yakın görünümde
Ay ve Jüpiter yakın görünümde
Ay ve Polluks yakın görünümde
23 Ağustos Ay, yeni ay evresinde
26 Ağustos Ay ve Mars yakın görünümde
27 Ağustos Ay ve Spika yakın görünümde
29 Ağustos Ay, Dünya'ya en uzak konumda
31 Ağustos Ay, ilk dördün evresinde
Ay ve Antares yakın görünümde

Ağustos Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin ağustos ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları, ay içinde birbirine göre çok değişmediği için ağustos ayının ortasındaki konumları, çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.



Yıldız Parlaklıkları (Kadir Biriminde)

- - 1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2025 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Sayı 686, 2025.
- "Observing October 2024", *Sky and Telescope*, Cilt 150, Sayı 2, 2025.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", *Astronomy*, Cilt 53, Sayı 8, s. 28-35, 2025.
- https://www.imo.net/resources/calendar/
- https://science.nasa.gov/mission/hubble/science/explore-the-night-sky/hubble-messier-catalog/messier-8/

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

Ayın Oyunu

Köşegenli Apartmanlar

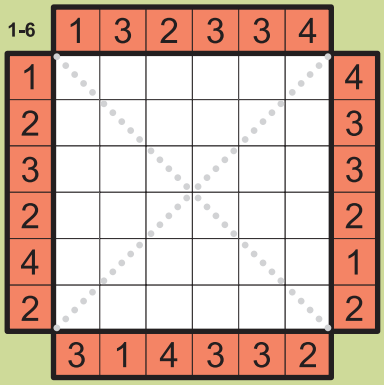
Köşegenli Apartmanlar Oyununun Kuralları

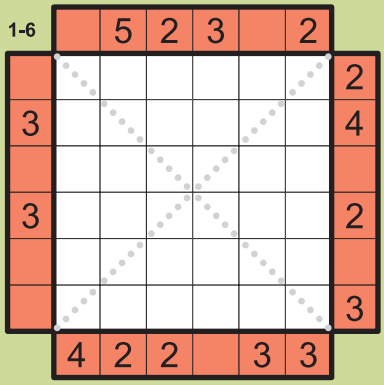
Her satır ve sütunda, verilen aralıktaki rakamlar tam olarak bir kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

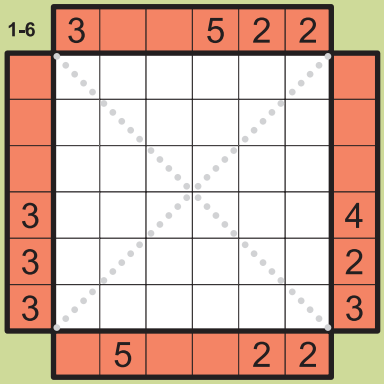
Her rakam, yüksekliği o rakam kadar olan bir apartmanı temsil etmektedir.

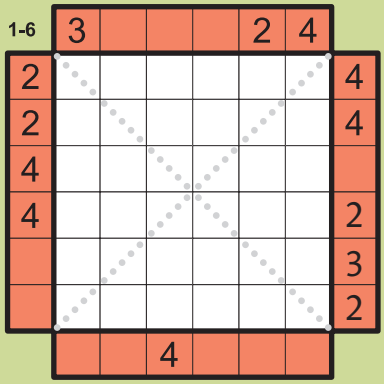
Diyagramın dışındaki sayılar, o yönden bakıldığında daha yüksek apartmanlarca gizlenmeyip görülebilen apartman sayısını vermektedir.

Ayrıca iki ana köşegende 1'den 6'ya rakamlar birer kez kullanılmalıdır.

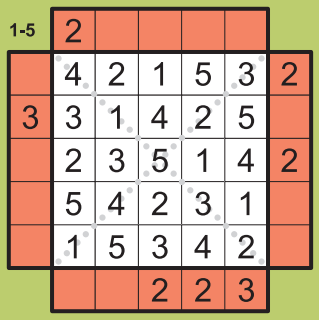








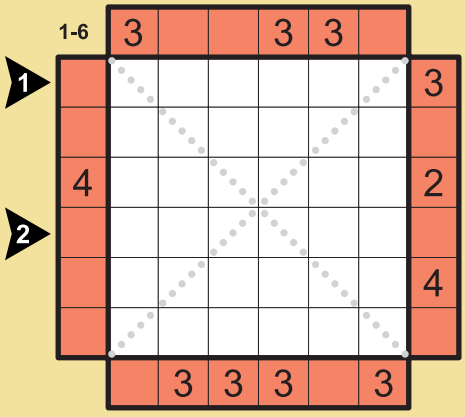
Köşegenli Apartmanlar - Örnek Çözüm



Ödüllü soru

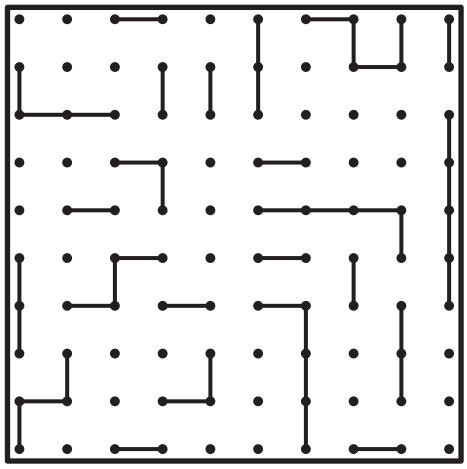
* Köşegenli Apartmanlar sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Çizgi Bilim: Aziz Sancar* başlıklı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları, dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır. Geçen ayın ödüllü Futoşiki sorusunu doğru yanıtlayanlar arasından çekilişle belirlenerek kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi, internet sitemiz üzerinden duyuruldu.

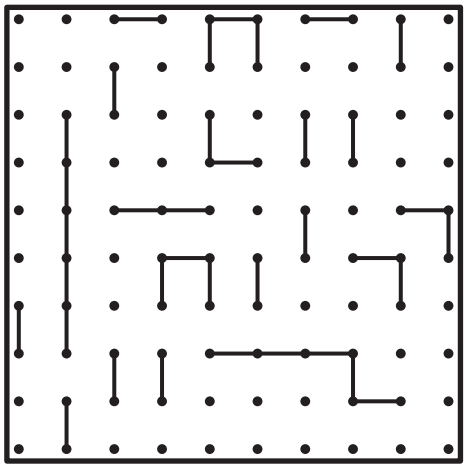
bilimteknik.tubitak.gov.tr



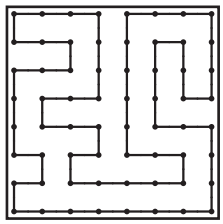
1 ve 2 numaralı okun doğrultusundaki içeriği yazın. Mesela soldaki örnek çözümün ilk satırı 42153 şeklinde yazılmalıdır.

Patika Oluşturma: Yatay ve dikey çizgiler kullanarak tüm siyah noktalardan geçen ve kendisini kesmeyen kapalı bir patika çizin. Diyagramda verilen çizgiler patikanın bazı parçalarıdır.

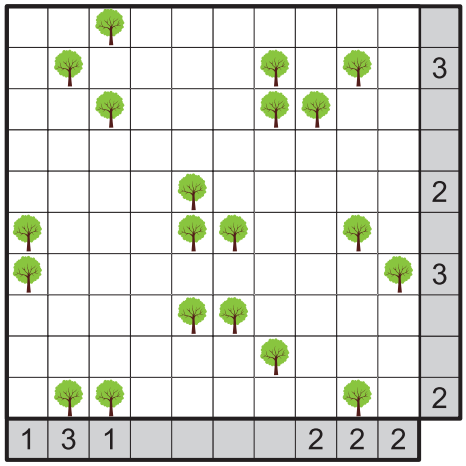


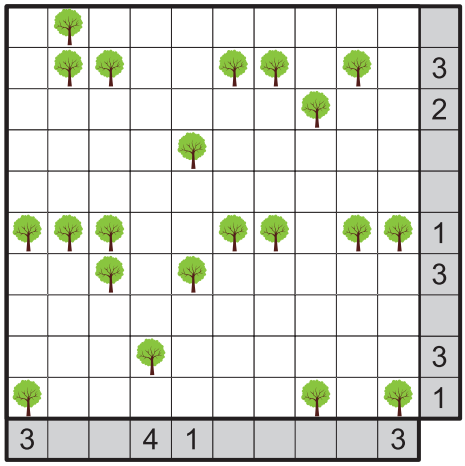


Patika Oluşturma
Örnek Çözüm

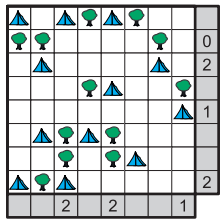


Çadır: Her ağaca bağlı birer çadır bulunmaktadır. Bu çadırların ağaçlara yatay veya dikey komşu karelerden bağlı olması gerekir. Dışarıda verilen sayılar ise ilgili satır veya sütundaki çadır sayısını gösteriyor. Ayrıca çadırların çaprazdan da olsa komşu karelerde olmaması gerekiyor.

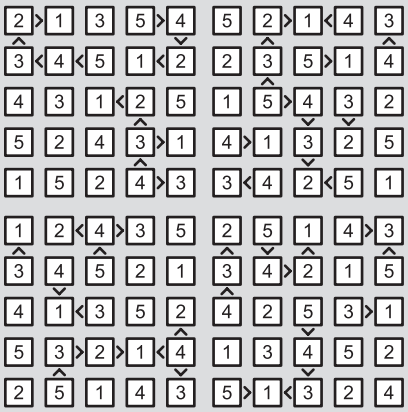




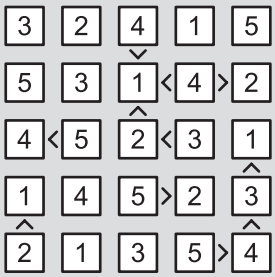
Çadır
Örnek Çözüm



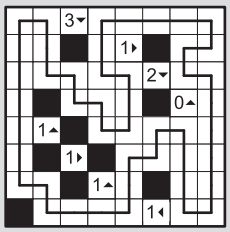
Geçen Sayının Çözümleri

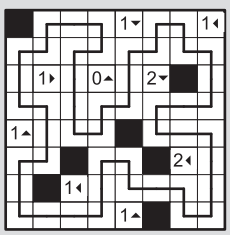


Futoşiki

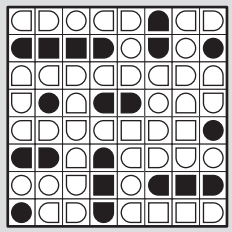


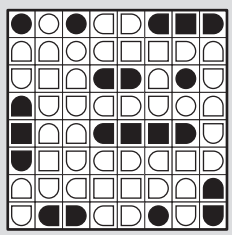
Ödüllü Soru: Futoşiki





Yajilin





Retro Amiral Battı

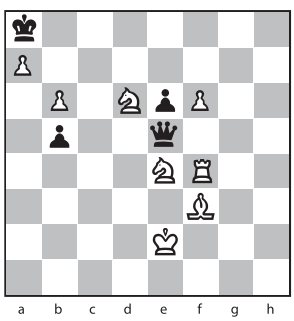
Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

Satranç Problemlerinde Görevler ve Rekorlar-II

Geçen ayki yazımızda problem kurgucularının bazen bir temayı kendilerine "görev" (task) belirlediğinden ve bu temanın koşullarına göre bir problem kurmaya çalıştıklarından söz etmiştik. Verdiğimiz örnekler arasında neredeyse yüzyıl sonra Sovyet kurgucu Leonid Yarosh tarafından başarılmış "Babson Görevi" vardı. Ayrıca en uzun problemi kurma anlamında rekor denemelerinin yapıldığını da belirtmiştik. Hatırlayacaksınız; bu alandaki rekor 1981'de 226 hamlelik bir problem kuran Danimarkalı Walther Jorgensen'e aitti.

Bu yazımızda da bazı görev örnekleri sunmaya devam edeceğiz. Bu görevlerin en ünlülerinden biri "at çarkı" ismiyle bilinir. Bir at bilindiği üzere sekiz farklı kareye gidebilir. Bir atın üzerinde durduğu kareyi, gidebileceği 8 kareyle birleştirirseniz çark ya da tekerlek benzeri bir şekil elde edersiniz. İşte bundan esinlenen kurgucular, atın yapabileceği sekiz farklı hamlenin sekiz farklı varyant doğurduğu görev problemleri kurmuşlar. Demek ki beyaz ya da siyah at çarkı olabilir. Biz beyaz at çarkına bir örnek vereceğiz (Diyagram 1).

Diyagram 1
Antonio Botacchi
Sekizinci Amerika Satranç Kongresi, 1921
Birincilik ödülü



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

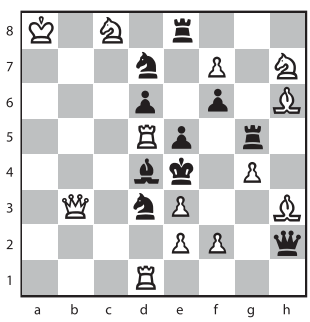
1. Kg4 (tehdit 2. Kg8)
a) 1...Vxd6 2. Axd6#;
b) 1...Vxf6 2. Axf6#;
c) 1...Vc5 2. Axc5#;
d) 1...Vg5 2. Axg5#;
e) 1...Vc3 2. Axc3#;
f) 1...Vg3 2. Axg3#
g) 1...Vb2+ 2. Ad2#;
h) 1...Vh2+ 2. Af2#;
i) 1...Vxe4# 2. Fe4#.

Bu problemde a-h varyantlarında beyaz atın sekiz farklı hamleyle mat hamlesi yaptığını görüyoruz.

Feda edilen beyaz bir taşın siyah tarafından alınması kaç farklı mata yol

açar? Dokuz farklı matla rekor şimdilik Diyagram 2'deki problemde.

Diyagram 2
J.C. van Gool
Journal de Genéve, 1976



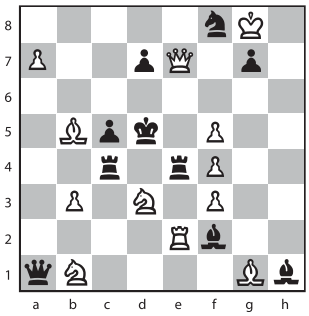
Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Kxe5+
Şah çeken bu anahtar hamle ile beyaz kale dokuz farklı siyah taş tarafından alınabilecek şekilde feda ediliyor ve bunların her biri de farklı bir varyant oluşturuyor:

a) 1…dxe5 2. Vb7#;
b) 1…fxe5 2. Axg5#;
c) 1…Fxe5 2. Vxd3#;
d) 1…Vxe5 2. Fg2#;
e) 1…Kexe5 2. Axd6#;
f) 1…Kgxe5 2. f3#;
g) 1…A7xe5 2. Axf6#;
h) 1…A3xe5 2. Kxd4#;
i) 1…Şxe5 e8=V#.

Bir sonraki problemde ise siyah, boş bir kare üzerine beş farklı taşını oynamak zorunda kalıyor. Bu hamlelerin her biri farklı bir zayıflığa yol açıyor ve beyaz bundan yararlanarak mat ediyor (Diyagram 3).

Diyagram 3
Knud Hannemann
Skakbladet, 1950
Birincilik Ödülü



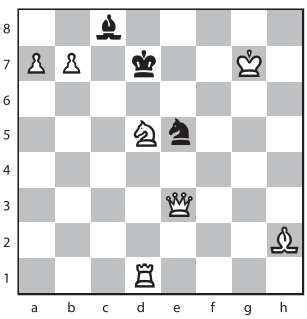
Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Kd2 (tehdit 2. Ab4#)
a) 1…Şd4 2. Vxe4;
b) 1…Kcd4 2. Vxc5#;
c) 1…Fd4 2. bxc4#;
d) 1…Ked4 2. Ve5#;
e) 1…Vd4 2. a8=V#.

Burada d4 karesi üzerine beş farklı siyah taşın oynadığını görüyoruz. Diyagram 2'deki problemden farklı olarak beyazın d4 karesi üzerinde herhangi bir taş feda etmesi söz konusu değil. Siyahın hamlelerinin nasıl bir zayıflığa yol açtığını bulmak siz okurlarımıza kalıyor.

Son örneğimiz sıra dışı. Standart bir "mat" problemi değil, bir "pat" problemi. Neden böyle bir problem seçtik? Bilindiği üzere, bir problemde dört farklı piyon terfisinin (at fil, kale vezir) hepsinin gösterilmesine "allumwandlung" deniyor. Almanca olan bu kelimeyi "her şeye terfi" olarak Türkçeleştirebiliriz. Allumwandlung birçok kurgucu tarafından üç hamlelik ve daha uzun problemlerde gösterilmiştir. Ancak tek evreli iki hamlelik mat problemlerinde bu görevi yerine getirmek imkânsız. Bununla birlikte aşağıdaki örnekte görüldüğü gibi iki hamlelik bir pat probleminde bu pekâlâ mümkündür (Diyagram 4).

Diyagram 4
Jan Hartong
The Problemist, 1933



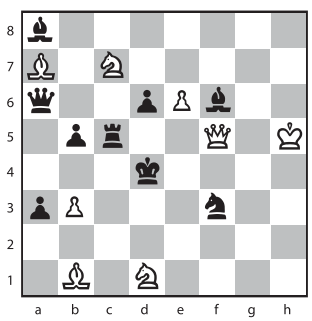
Beyaz oynar ve iki hamlede **pat** eder.

Çözüm:
1. Ae7+
a) 1…Şxe7 2. bxc8=V pat;
b) 1…Ad3 2. bxc8=K pat;
c) 1…Şc7 2. bxc8=F pat;
d) 1…Şe6 2. bxc8=A pat;
e) 1…Şe8 2. Axc8 pat

Görevler ve rekorlarla ilgili kısa yazı dizimizi burada sonlandırıyoruz. Aslında bu konuda söylenecek çok şey var, amacımız sizlere yalnızca bir fikir vermekti. Siz de belki kendi rekor denemelerinizi yapabilirsiniz!

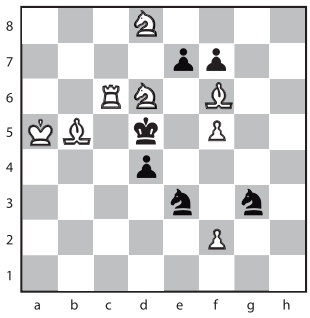
Ayın Soruları

Diyagram 5
Arnoldo Ellerman
Good Companion, 1916
Birincilik Ödülü



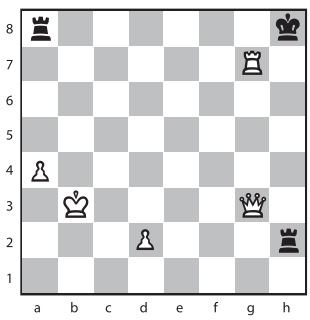
Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Diyagram 6
Gerardus Drese
Hollanda Krallık Satranç Federasyonu Dergisi, 1935
İkincilik Ödülü



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Diyagram 7
Wolfgang Pauly
Münster Neueste Nachrichten, 1909

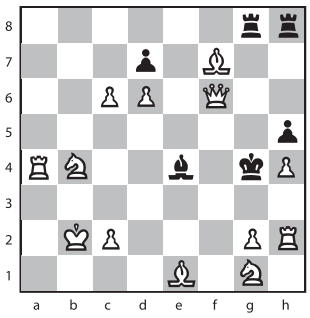


Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ay sorduğumuz problemlerin bazı "görevlerle" ilgili olduğunu belirtmiştik. Sizlerden problemleri çözmenizi ve bu görevlerin ne olduğunu bulmanızı istemiştik. Şimdi bu problemlerin çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 8
Henry Wald Bettmann
La Strategie, 1908
Şeref Mansiyonu

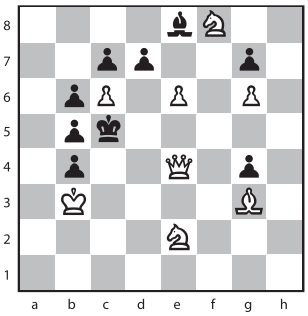


Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Ve5! (tehdit: 2. Vxe4#)
a) 1...Fxc2 2. Axc2#;
b) 1…Fd3 2. Axd3#;
c) 1…Fxg2 2. Kxg2#;
d) 1…Ff3 2. gxf3#;
e) 1…Fh7 2. Fxh5#;
f) 1…Fg6 2. Vg5#;
g) 1…Ff5 2. Vg3#;
h) 1…Fd5 2. Axd5#;
i) 1…Fxc6 2. Axc6#.

Bu problemde kurgucu bir rekor arayışında. Tek bir filin yapacağı kaç farklı hamleye karşı beyaz da farklı hamlelerle mat yapabilir? Burada e4'teki siyah fil mat tehdidini önlemek için dokuz farklı savunma hamlesi yapıyor, beyaz da bunların her birine karşı farklı bir hamleyle mat ediyor.

Diyagram 9
William Shinkman
Detroit Free Press, 1885



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Vh1 (zugzwang)
a) 1…d6 2. Ff2#;
b) 1…dxe6 2. Axe6#;
c) 1…dxc6 2. Vh5#;
d) 1…d5 2. Vc1#.

Başlangıç karesinde duran bir piyon, bildiğiniz gibi, dört farklı hamle yapabilir. Bu problemde beyaz, d7'deki piyonun dört farklı hamlesinin her birine farklı bir yanıt vererek mat ediyor. Buna "Pickaninny" teması deniyor. Bu problemin, bu temayla kurulan ilk problem olduğu biliniyor. Eğer bir problemde başlangıç karesinde bulunan beyaz bir piyon dört farklı hamle yapıyorsa, buna da "Albino" teması deniyor. ■

Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*
Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Kimya Bize Ne Anlatıyor?

Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır.

Ali Baba'nın Değerli Taş İşlemlerinden Altın Sikke Kazanması

Haramiler Ali Baba'yı mağarada bir süre alıkoyduktan sonra onu salıvermeye karar verir. Ali Baba haramilere mağaradan ayrılırken bir miktar altın sikke almak istediğini söyler. Haramiler de buna karşılık olarak Ali Baba'ya onun mağaradan alacağı altın sikke sayısının, çözmesi gereken bir probleme bağlı olduğunu söyler. Başlangıçta haramiler Ali Baba'ya üç kese verir. Birinci kesede 60 yakut taş, ikinci kesede 60 zümrüt taş ve üçüncü kesede de 60 safir taş vardır.

Kurallara göre Ali Baba bu değerli taşlarla üç farklı işlem yapabilir. Birinci işlemde Ali Baba haramilere bir yakut ve bir safir taş verip karşılığında bir zümrüt taş alabilir. İkinci işlemde Ali Baba haramilere bir zümrüt ve bir safir taş verip karşılığında bir yakut taş alabilir. Ve son olarak üçüncü işlemde ise Ali Baba haramilere bir yakut taş verip karşılığında iki safir taş alabilir. Bu işlemlerin herhangi biri tamamlandıktan hemen sonra haramiler, Ali Baba'ya yapılan işlem karşılığında bir altın sikke verecektir.

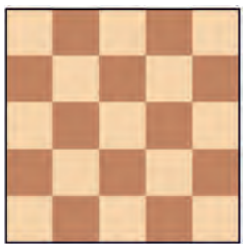
Sonuç olarak Ali Baba haramilerden yaptığı işlem sayısı kadar altın sikke alacak ve aldığı bu altın sikkelerin tamamını mağaradan ayrılırken yanında götürebilecektir. Ancak Ali Baba, ona ilk başta verilen yakut, zümrüt ve safir taşları mağaradan çıkaramaz.

Ali Baba mağaradan mümkün olduğunca çok sayıda altın sikke ile ayrılmak istiyor. Ali Baba yapacağı işlemleri iyi tasarlayıp mağaradan istediği kadar altın sikke alabilir mi? Ali Baba'nın mağaradan alabileceği altın sikke sayısı sınırlıysa onun alabileceği altın sikke sayısı en fazla kaç olabilir? Ali Baba'nın bulduğunuz sayıda altın sikkeyi alması için işlemleri nasıl tasarlaması gerektiğini açıklayın ve onun neden daha fazla altın sikke alamayacağını kanıtlayın.

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

DÖRT BÖLGE



5x5'lik satranç tahtasında eşit büyüklükte öyle dört bölge oluşturunuz ki

- Bölgeler aynı şekle sahip olsun.
- Bölgeler en büyük alana sahip olsun.
- Her bölgede bir beyaz, bir siyah piyon bulunsun.

SAYI BİLGİLERİ

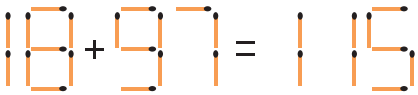
1 ile 99 arasındaki bir sayıyla ilgili şu bilgiler verilmiştir:

- 6'nın katıdır.
- Rakamlarının toplamı 5'tir.
- Rakamlarının çarpımı 12'dir.
- Kare sayıdır.

Bu bilgilerden sadece ikisi doğru olduğuna göre sayıyı bulunuz.

KİBRİT İŞLEM

Kibritlerden ikisinin yerini değiştirerek yeni bir eşitlik oluşturunuz.



Not: Kibritler sadece rakam oluşturmak için kullanılabilir.

SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine hangi sayı gelmelidir?

ALTI SAYI

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 sayılarından altısını seçerek arkadaşınızla şöyle bir oyun oynayacaksınız:

- Arkadaşınız seçtiğiniz bu altı sayı arasından dilediği iki tanesini seçecek.
- Siz de geriye kalan dört sayıdan en az birini seçeceksiniz.

Amacınız seçtiğiniz sayı ya da sayıların toplamının, arkadaşınızın seçtiği iki sayının toplamına eşit olması. Arkadaşınız hangi iki sayıyı seçerse seçsin amacınıza ulaşmayı garantilemek için oyun başında seçmeniz gereken altı sayının toplamı en çok kaç olabilir?

AY HESABI

"Bu ayın sıra sayısı ile harf sayısının toplamı, geçen ayın sıra sayısı ile gelecek ayın harf sayısının toplamı ve gelecek ayın sıra sayısı ile geçen ayın harf sayısının toplamı hesaplandığında bu üç toplam birbirlerine eşittir."

Bu konuşma hangi ayda geçmiştir?

Not:
Bir ayın kaçıncı ay olduğu o ayın sıra sayısı olarak, bir ayın yazılışındaki harf sayısı ise o ayın harf sayısı olarak adlandırılmıştır.

SAYI OLUŞTUR

12345678910111213141 5

1'den 15'e kadar sayılar yan yana yazılıyor. Bu 21 rakamdan 10 adedini öyle siliniz ki kalan rakamlar soldan sağa doğru okunduğunda oluşacak sayı ile sağdan sola okunduğunda oluşacak sayının toplamı en küçük olsun.

Not: Sayılar 0 rakamı ile başlamaz.

HANGİSİ FARKLI?

Farklı olan şekli bulunuz.

A B C D E

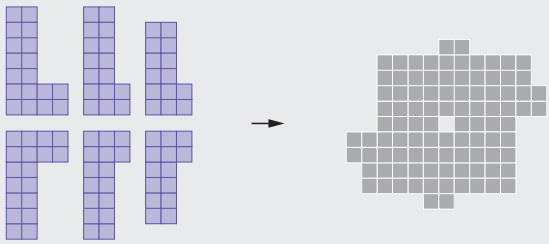
İKİ VE ÜÇ

1'den 1.000'e kadar olan sayılardan kaç tanesinde 2 veya 3 rakamı vardır?

Örnek sayılar:
2, 28, 32, 33, 112, 222, 702, 832

ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

YARIŞMA TAKIMLARI

280.

C(8,3).C(5,3).C(2,2) / 2! = 280

ON TOP

Sarı top seçme sayısı= C(4,1)= 4

Lacivert top seçme sayısı= C(3,1)= 3

Kırmızı top seçme sayısı= C(2,1)= 2

İki topun toplam çekilme sayısı= C(10,2)= 45

Sizin kazanma olasılığınız= (4x3)/45= 12/45

Arkadaşınızın kazanma olasılığı= (4x2)/45= 8/45

YEDİ ARDIŞIK SAYI

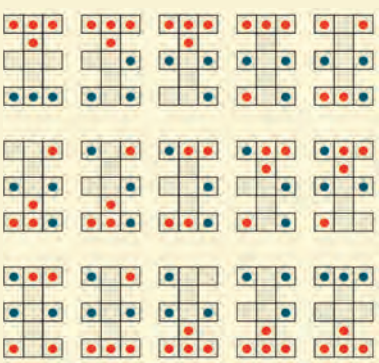
7765

(7765, 7766, 7767, 7768, 7769, 7770, 7771)

PULLARI SÜRÜKLE

14 hamlede bu hedef gerçekleştirilebilir.

Bir çözüm örneği:



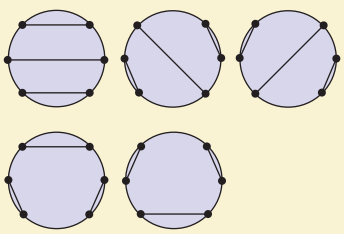
NOKTALAR

(8,1) noktası farklıdır.

Diğer dördü aynı doğru üzerindedir.

ÇEMBER VE NOKTALAR

5 farklı biçimde yapılabilir:



EVDEN OKULA

6 kilometre.

KESİRLİ SAYILAR

100

$$\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\right)\cdot\left(\frac{1}{4}\times\left(\frac{1}{5}-\frac{1}{6}\right)\right)=100$$

veya

$$\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\right)\cdot\left(\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{5}\right)\times\frac{1}{6}\right)=100$$

SORU İŞARETİ

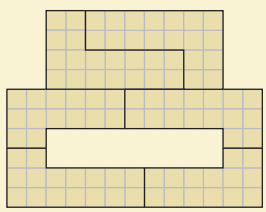
88 gelecek.

51	49	78
93	35	96
81	62	72
47	18	99
26	47	88

Birinci sütundaki sayının rakamlarının toplamı ile ikinci sütundaki sayının rakamlarının toplamı çarpılıyor ve üçüncü sütuna yazılıyor.

(2+6)x(4+7)= 88

ALTI "L"



Yayın Dünyası

Dr. Özlem Kılıç Ekici [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Kozmik Düşünürün El Kitabı Büyük Patlama Nasıl Çürütülür?

Luke A. Barnes, Geraint F. Lewis
Çeviri: Naile Sarmaşık

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2025 (1. Basım)

Kendinizi kozmolojik baskıdan kurtarın! Her şey büyük patlamayla mı başladı? Karanlık madde? Kara delikler? Böylesine tuhaf bir kozmosu kabul etmeli miyiz? Bu kitap, bu tuhaf evreni merak edenler ve büyük patlama teorisini yıkmak isteyenler için "sadece gerçekleri" ortaya koyuyor. Kitapta sunulan fikirleri ve teorileri şekillendiren ise gözlemler. Evet, büyük patlama bilim insanlarının dikkatini çekiyor ama bu kitapta yazarlar yeni perdeler aralayarak evreni araştıran bilimin gerçekte nasıl işlediğini göstermeye çalışıyor. Tüm cevaplara sahip olduğunu iddia etmeyen bilim, gerçekçi ve ham bir şekilde tüm karmaşıklığıyla karşınızda!

Bizim Gibi Makineler

Ronald J. Brachman, Hector J. Levesque
Çeviri: Murat Erenel

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2025 (1. Basım)

Çok da uzak olmayan bir gelecekte sürücüsüz arabanızı market siparişiniz için gönderdiğinizi hayal edin. Arabanız bir yapay zekâ aracının sahip olabileceği tüm kabiliyetlerle donatılmış ve arabayı sizden daha iyi kullanacak şekilde programlanmış. Araba kırmızı ışığa denk gelince duruyor. Ancak ışık değişmiyor ve arabanız da olduğu yerden kıpırdayamıyor. Arabanızın engellerden kaçınma, şerit takibi, rota hesaplama kabiliyetlerinin şu an hiçbir önemi yok. Araç hareket edemiyor çünkü böyle bir durumda neler olduğunu anlayıp çözüm üretebilen insan sağduyusundan yoksun. Bu kitapta bugünün yapay zekâsının özelleşmiş uzmanlığı yerine sağduyulu yapay zekâ geliştirmenin ne gerektirdiği tartışılıyor. İnsanlardaki sağduyu değerlendirilip sağduyunun bir makineye nasıl yerleştirilebileceği açıklanıyor. Yazarlar yapay zekâya sağduyu ve akıl yürütme kazandırmanın yollarını ortaya koyup otonom makinenin kararlarına nasıl güvenebileceğimize dair çok önemli bir konu üzerinde duruyorlar. Güvenilir otonom yapay zekâ sistemleri için gereken iki ana koşulu belirliyorlar: yaptıklarının sebeplerinin olması ve tavsiyeye açık olmaları. Sonuçta ikisi de sağduyulu olmaya bağlı.

Deneylerle Keşfediyorum

Sevda Seçer Esmer
Çizer: Şahsenem Sertkaya

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Çocuk ve Gençlik Kitaplığı, 2025 (1. Basım)

Günlük yaşamınızda karşınıza çıkan ilginç olayların altındaki bilimsel açıklamaları, kendiniz deneyerek keşfetmeye ne dersiniz? Bu kitabı okurken bilim insanlarını tanıma ve onlardan ilham alma fırsatı bulacaksınız. Ayrıca bu kitap âdeta küçük bir laboratuvar gibi sizi bilimin heyecan verici dünyasına doğru yolculuğa çıkartacak.

Kuzey ve Güney - İki Yarım Kürenin Hikâyesi

Sandra Morris
Çeviri: Naile Sarmaşık

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
10 yaş +, 2025 (1. Basım)

Buz gibi kutuplardan sıcak okyanus akıntılarına, çöllerden yağmur ormanlarına… Dünyanın dört bir yanındaki hayvanların davranışları mevsimlere göre değişir. Çünkü hayatları buna bağlıdır. Bu kitapta, iki yarım küredeki hayvanlardan bazılarının değişen mevsimlere uyum sağlama yöntemlerini karşılaştırıyor, onlar hakkında ilginç bilgiler ediniyoruz.